TIDSSKRIFT FOR PLANTEAVL

Organ for Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

UDGIVET AF STATENS PLANTEAVLSUDVALG

REDIGERET AF *FRITS OLSEN*

64. BINDS 3. HÆFTE

KØBENHAVN

1960

Tidsskrift for Planteavl indeholder beretninger og meddelelser om resultaterne af statens forsøg og undersøgelser vedrørende jorddyrkning og plantekultur, årsoversigter og større afhandlinger angående forhold af interesse for plantedyrkningen samt referater af herhen hørende fremmed litteratur.

Tidsskriftet udkommer årlig i 4 à 5 tvangfrie hæfter à 10—12 ark pr. hæfte og samles, uden hensyn til årgangen, i bind på ca. 50 ark, ca. 800 sider. Bemærkninger om bindenes afslutning vil findes på hæfteomslaget.

Abonnement på tidsskriftet kan tegnes på Statens Planteavlskontor for 18 kr. pr. bind. Prisen på enkelte hæfter er 4,00 kr.

Særtryk af beretningerne fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur fås til en billig pris, og faglig ordnet fortegnelse over de udkomne beretninger og meddelelser fås gratis i begge tilfælde ved henvendelse til Statens Planteavlskontor, Rolighedsvej 26, København V.

General-Register til Tidsskrift for Planteavl kan købes til følgende priser: 1.-20. bind 2,00 kr., 21.-40. bind 3,00 kr. og 41.-60. bind 10,00 kr.

Redaktionens adresse er: Statens Planteavlskontor, Rolighedsvej 26, København V., telefon: Luna 5614.

Knækkefodsygens og goldfodsygens afhængighed af sædskifte og andre dyrkningsfaktorer

Af P. Norup Pedersen og Johannes Jørgensen

Nedenstående beretning er en lidt ændret besvarelse af en af Videnskabernes selskab udskrevet prisopgave med følgende ordlyd: Der ønskes en undersøgelse, der tilsigter at belyse sædskiftets betydning for de forskellige fodsygeformers forekomster på danske kornagre (Videnskabernes selskabs oversigt 1957-58). Undersøgelserne, der ligger til grund for besvarelsen, blev udført ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles afdeling for plantekultur.

Indholdsfortegnelse

	Side
Indledning	370
I. *Symptomer og biologi*	371
1. Cercosporella	371
a. Symptomer	371
b. Biologi	372
2. Rhizoctonia	372
a. Symptomer	372
b. Biologi	372
3. Ophiobolus	373
a. Symptomer	373
b. Biologi	373
II. *Fodsygesvampenes skadevirkning*	374
III. *Undersøgelsens resultater*	375
1. Metodik	375
2. Gennemsnitsresultater	379
3. Forskellige faktorers indflydelse på angrebet af fodsyge	381
A. Såtid	381
B. Klima	382
C. Plantebestand	385
D. Hvedesort	386
E. Jordtype	386
F. Gødskning	387
a. Kvælstofgødskning	388
b. Fosforsyregødskning	389
c. Kaligødskning	391

4. Sædskiftets indflydelse på angrebet af fodsyge 392
A. Cercosporella 393
a. Hvede 393
b. Rug 394
c. Havre 394
d. Byg 395
1. Betydningen af bygfrie år 395
2. Betydningen af bygmarkernes antal i sædskiftet 397
3. Undersøgelser i bygmarker 397
e. Andre afgrøder 398
B. Rhizoctonia 400
C. Ophiobolus 400
a. Hvede 400
b. Rug og havre 401
c. Byg 401
1. Betydningen af bygfrie år 401
2. Betydningen af bygmarkernes antal i sædskiftet 403
3. Undersøgelser i bygmarker 403
d. Andre afgrøder 404
IV. *Diskussion* 406
V. *Resumé* 408
Summary 410
Litteratur 411

Indledning

Fodsyge er en fællesbetegnelse for en række svampesygdomme hos vore kornarter, der hyppigt er årsag til væsentlige skader på kornavlen.

I mange år herskede der tvivl om, hvilke svampe der var årsag til de forskellige former for fodsyge, men undersøgelser i udlandet og ved Statens plantepatologiske forsøg (Plantesygdomme i Danmark 1938) bragte i løbet af 1930'erne klarhed over disse forhold. Undersøgelserne viste, at de værste angreb forårsagedes af de to svampe *Ophiobolus graminis* Sacc. (goldfodsygesvamp) og *Cercosporella herpotrichoides* Fron (knækkefodsygesvamp), medens en tredie svamp *Rhizoctonia solani* Kühn (rodfiltsvamp) undertiden kunne fremkalde symptomer, der i nogen grad lignede dem, der fremkaldes af *Cercosporella*.

De nævnte svampe er alle lejlighedsvis saprofyter, der gennem længere tid er i stand til at leve på planterester i jorden. De er

derfor vanskelige at bekæmpe effektivt undtagen ved udsultning, hvorfor de hovedsageligt må »bekæmpes« ved gennemførelse af et passende sædskifte.

De forskellige fodsygeformer har i tidens løb været underkastet meget omfattende undersøgelser i udlandet og til dels også her i landet, idet der i trediverne blev udført ret omfattende undersøgelser af sædskiftets betydning for angreb af fodsyge ved Statens plantepatologiske forsøg i Lyngby (Gram 1938).

I denne beretning søges givet en oversigt over fodsygens udbredelse og afhængighed af forskellige dyrkningsforhold på grundlag af undersøgelser udført her i landet.

I. Symptomer og biologi

Inden omtalen af undersøgelsens resultater skal der kort gøres rede for de enkelte svampearters symptomer og biologi.

1. CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES (Knækkefodsygesvamp)

a. Symptomer

Angrebet på hvede kan iagttages allerede i efterårs- og vintermånederne. De første symptomer viser sig som små vanddrukne pletter på skederne. Pletternes størrelse tiltager hurtigt, og det angrebne væv bliver brunligt. Skederne bliver svage ok knækker, og bladene visner tidligere end normalt. Inden de angrebne bladskeder dør, vil svampen som regel være vokset igennem til de indenfor siddende skeder, indtil den til sidst når selve strået, hvor man finder angrebet på de to nederste internodier. Symptomerne er her de typiske øjepletter med et hvidligt til hvidgråt midterparti omgivet af en bred, brun rand. I midten af pletterne findes næsten altid små mørkebrune mycelpuder. Vævet i pletterne bliver skørt, og stråene knækker let. De angrebne pletter hæmmer stoftransporten betydeligt, og hvis stråene knækker, bliver den praktisk taget standset, idet den skarpe bøjning lukker karrene. Lejesæd fremkaldt af knækkefodsyge kendetegnes ved, at stråene ligger i alle mulige retninger, i modsætning til lejesæd fremkaldt af blæst og regn, hvor stråene ligger væltet i samme retning.

b. Biologi

Svampen overlever på angrebne planterester i jorden. Under kølige og fugtige forhold danner den på sådanne planterester sporer, som med overfladevand, vandstænk o.lign. føres over på nærtstående planter.

Sporerne er meget følsomme for udtørring, men har de i levende tilstand nået en kornplante, påbegyndes infektionen straks. Hvis denne lykkes, bliver den årsag til en af de foran beskrevne øjepletter, hvori der efter en vis tid igen kan dannes sporer, som kan danne nye infektioner på samme plante eller på naboplanter og derved forårsage en spredning af sygdommen.

Cercosporella kan holde sig i live på angrebne planterester, men er i denne henseende afhængig af jordens kemiske og fysiske tilstand samt dens indhold af andre mikroorganismer. Dens optræden er værst på de svære jorder, og derved på de jorder, hvor hveden normalt indgår i sædskiftet.

Svampen har et meget stort værtplanteregister. Af vore kornarter er hvede og byg mest modtagelige, medens rug og især havre kun angribes svagt. Desuden er de fleste græsser modtagelige for angreb af svampen.

2. RHIZOCTONIA SOLANI (Rodfiltsvamp)

a. Symptomer

Denne svamp angriber kornplanternes rødder og nederste internodier. Som regel bemærker man kun pletterne på stråene. Disse pletter er ofte ovale som hos *Cerosporella,* men varierer iøvrigt meget. I midten er de lyse, næsten hvide, og udadtil er de afgrænset af en markeret brun rand. På det lyse midterparti findes større eller mindre brunlige mycelpuder. Angrebet er som regel mere overfladisk end angrebet af *Cercosporella,* men medens angreb af *Cercosporella* begrænser sig til de to nederste internodier, findes angrebet af *Rhizoctonia* ofte betydeligt højere oppe på stængelen.

b. Biologi

Svampen lever som saprofyt i jorden og er normalt til stede i mange jorder. Den er derfor mindre afhængig af de plantearter,

der dyrkes på jorden. Den kan være årsag til svære fodsygeangreb, men her i landet er angrebene som regel svage.

3. OPHIOBOLUS GRAMINIS (Goldfodsygesvamp)

a. Symptomer

Ophiobolus angriber kornplanternes rødder og stængelbasis. De angrebne rødder er sorte og skøre med en mængde små siderødder. Trækker man planterne op, knækker rødderne af i få centimeters afstand fra stængelbasis. De tilbageværende rodstumper har et tykt lag af vedhængende jord, som fastholdes af mange små siderødder.

Ved tidlige angreb i vinterhvede bliver planterne gule allerede om efteråret, og bestanden bliver udtyndet i løbet af vinteren, således at der om foråret er pletter med åben bestand i marken. Disse pletter forbliver tydelige hele sommeren, også når kornet er skredet igennem. I midten af pletterne er planterne lave – ofte skrider de stærkest angrebne planter ikke – og udefter tiltager højden og går jævnt over i de omgivende sunde partier. De lidt svagere angrebne planter giver golde aks eller aks med skrumpne kerner. Ret hurtigt efter skridningen gulner de stærkest angrebne planter og sortfarves efterhånden af saprofytiske svampe.

I angrebne pletter af vårbyg er planterne lavere end i den sunde del af marken. Sådanne pletter kan til forveksling ligne tørkepletter. Hos angrebne vårbygplanter er aksene normalt ikke golde, men har skrumpne kerner.

I fugtige år vokser svampens mycel op ad stængelbasis og danner her i tidsrummet omkring høst en sort belægning, hvori man hen på efteråret kan finde svampenes sporehuse, hvis næb stikker ud gennem den yderste bladskede.

b. Biologi

Svampen er som før omtalt en fakultativ saprofyt, der kan overleve på angrebne plantedele. I det saprofytiske stadie er svampen ikke særlig aktiv, men når værtplanternes unge rødder kommer i kontakt med angrebne plantedele, aktiveres svampen, vokser frem langs rødderne og angriber og dræber disse.

Som reaktion mod angrebet danner planten nye rødder, og er

den i kraftig vækst, kan svagere angrebs skadevirkninger være minimale. Ved kraftige angreb når svampen forholdsvis hurtigt stængelbasis, hvor den trænger ind i karrene og hæmmer herved stoftransporten. Sidst på sommeren vokser svampen op ad stængelbasis og danner her et sort, løstsiddende mycellag, hvori sporehusene dannes. Sporernes betydning for svampens spredning menes at være ringe. Smitte fra plante til plante i en bestand sker ved, at angrebne og sunde rødder kommer i kontakt med hinanden.

Hvor længe svampen kan holde sig i live på angrebne plantedele, afhænger af kemiske, fysiske og biologiske forhold i jorden. Svampens optræden er stærkest på de lettere jorder.

Ophiobolus har et meget stort værtplanteregister. Af vore kornarter angribes hvede og byg stærkt, rug svagt og havre angribes sjældent og kun svagt. Dog findes i England en race af svampen, som angriber havren stærkere end de racer, der normalt forekommer her i landet. De fleste græsser er modtagelige for angreb. Af særlig betydning er, at kvik er meget modtagelig, idet dette græs findes i de fleste marker og er vanskeligt at udrydde. Også flere af de dyrkede græsser er meget modtagelige.

II. Fodsygens skadevirkning

Bockmann (1939) udførte i Tyskland et markforsøg med inokulering af vinter- og vårhvede med *Cercosporella*. Inokulationen forårsagede hos vinterhvede en nedgang i kerneudbyttet på ca. 45 procent, medens udbyttenedgangen for vårhvede kun var ca. 15 procent. Det er bemærkelsesværdigt, at udbyttenedgangen i vårhvede var meget mindre end i vinterhvede, til trods for, at angrebsprocenten praktisk taget var ens hos de to hvedeformer. Dette forklares ved, at angrebets sværhedsgrad var meget højere for vinterhveden end for vårhveden.

I et lignende forsøg udført ved afdelingen for landbrugets plantekultur i 1955–56 lå udbyttet i de smittede parceller i de fleste tilfælde ca. 40 procent under de usmittede parceller. Dette år gik de smittede parceller praktisk taget fuldstændigt i leje, medens der ingen lejesæd var i de usmittede parceller. I senere forsøg, hvor der ingen lejesæd har været, har udbyttenedgangen

været ubetydelig, og der er ingen tvivl om, at langt den væsentligste del af udbyttenedgangen ved angreb af knækkefodsygen skyldes, at den fremkalder lejesæd.

Undersøger man en hvedemark kort tid før høst, vil man næsten altid være i stand til at finde enkelte lave planter med golde aks som følge af angreb af goldfodsyge. Hos sådanne planter er sygdommens skadevirkning med hensyn til kerneudbyttet maksimal. Hvor stor udbyttenedgangen er hos svagere angrebne planter, er vanskelig at bedømme. KIRBY (1924) anfører nogle i denne forbindelse interessante tal fra et markforsøg med hvede i U.S.A. udført på jord, der var naturligt inficeret med *Ophiobolus*. Han fandt, at den procentvise nedgang i kerneudbyttet for angrebne planter med normal højde, for angrebne planter over halv og for angrebne planter under halv normal højde var henholdsvis 50, 91 og 99 procent, målt i forhold til sunde planter.

Det vil sige, at kerneudbyttet reduceredes forholdsvis kraftigere end plantehøjden, hvilket tyder på, at man må regne med et kraftigt nedslag i udbyttet også for de normalt udseende planter, der omgiver de synlige pletter i marken.

Fra Tyskland foreligger resultater af karforsøg med kunstig inokulering af hvede og byg med *Ophiobolus* (MÜLLER-KÖGLER 1939). Her var reduktionen i plantehøjden hos hvede kun 25 procent, medens reduktionen i kærneudbyttet var 52 procent i forhold til sunde planter. Hos byg blev plantehøjden reduceret med 21 procent, medens kærneudbyttet kun blev reduceret med 9 procent. Reduktionen i plantehøjden var altså omtrent ens hos hvede og byg, medens reduktionen i kærneudbyttet var langt større for hvede end for byg.

III. Undersøgelsens resultater

1. METODIK

Af praktiske grunde blev undersøgelsen udført øst for Storebælt, dels fordi transportomkostningerne til Fyn og Jylland ville blive forholdsvis store, dels fordi afstanden ville gøre det vanskeligt at få indsamlingen af stubmateriale gennemført på den korte tid, der var til rådighed mellem høst og stubmarkens efterårsbehandling.

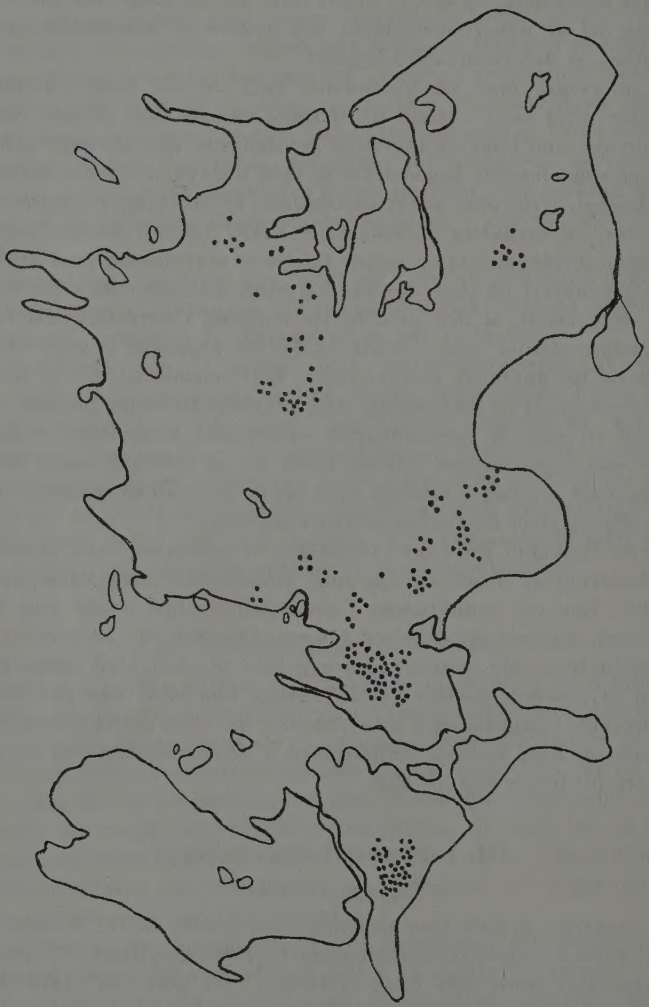

Fig. 1. Oversigt over den geografiske fordeling af de i 1955 undersøgte hvedemarker. Hver prik svarer til een hvedemark

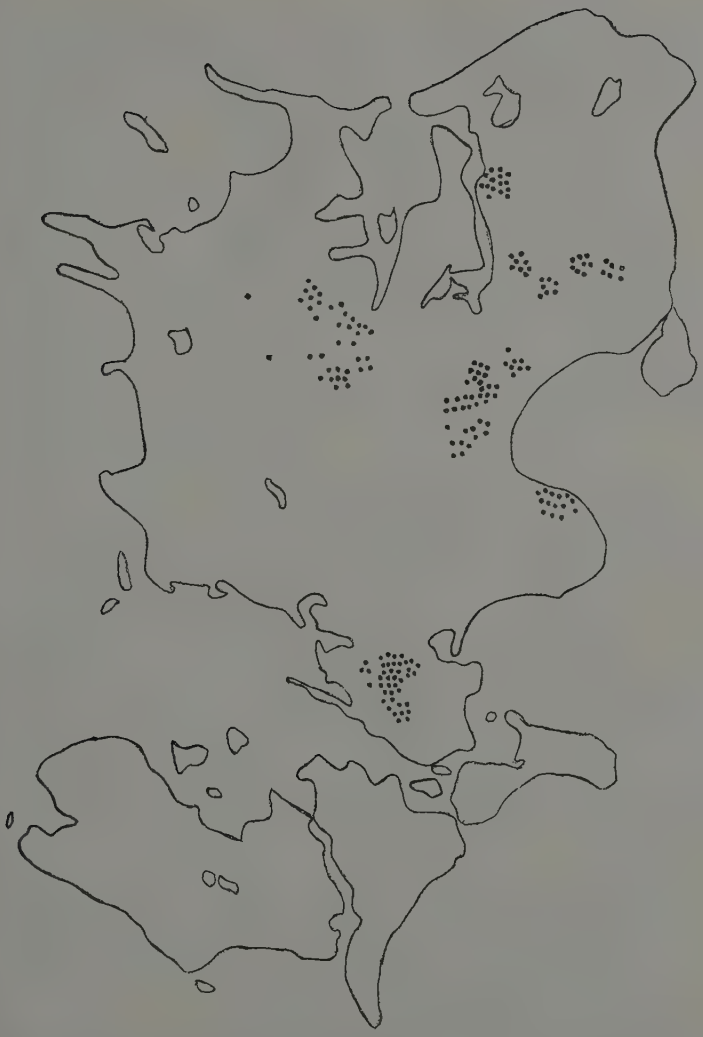

Fig. 2. Oversigt over den geografiske fordeling af de i 1956 undersøgte hvedemarker. Hver prik svarer til een hvedemark

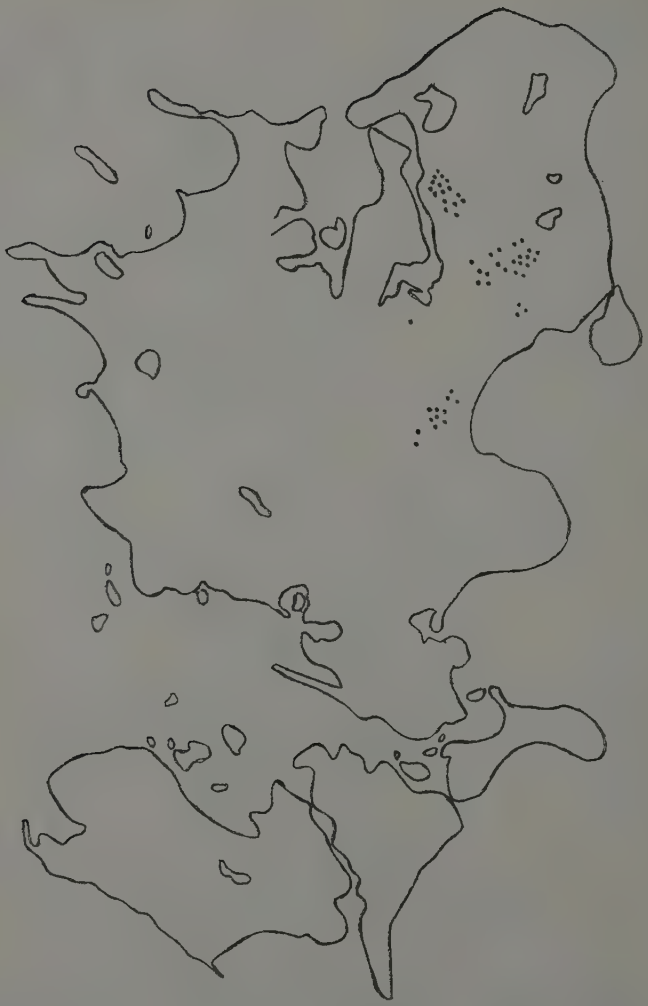

Fig. 3. Oversigt over den geografiske fordeling af de i 1957 undersøgte hvedemarker. Hver prik svarer til een hvedemark

For at lette oversigten over placeringen af de undersøgte sædskifter er disse indtegnet på kortskitserne i fig. 1–3 for henholdsvis 1955, 1956 og 1957, hvor hver prik repræsenterer et undersøgt sædskifte. Følgende byer er centrum for et område: Oppe Sundby, Måløv, Sengeløse, Jersie, Ejby, Karise, Udby, Systofte, Holbæk og St. Merløse.

Ved udvælgelsen af sædskifterne blev der i 1955 og 1956 udvalgt ovennævnte distrikter, og inden for disse undersøgtes alle sædskifter, hvori indgik mindst en mark med hvede. Grunden til, at hveden ønskedes repræsenteret i sædskiftet, var, at det på forhånd var besluttet kun at undersøge een mark pr. sædskifte, og da sygdomssymptomerne er tydeligst hos hvede, og da man desuden erfaringsvis måtte vente de stærkeste angreb i denne, var det naturligt at vælge hvedemarken. I de to sidste år blev undersøgelsen dog suppleret med prøveudtagninger i bygmarker i sædskifter, hvortil der var knyttet særlig interesse.

Ved et besøg på ejendommene i månederne maj, juni eller juli blev der hos ejerne skaffet så mange oplysninger som muligt om sædskiftet og de forskellige dyrkningsforanstaltninger, der kunne formodes at få interesse ved opgørelsen, f.eks. gødskning, hvedesort, såtid, jordtype m.m.

Selve prøveudtagningen blev foretaget umiddelbart efter høst, idet man på dette tidspunkt kunne færdes frit i markerne. Ved denne prøveudtagning fulgtes en rute langs markens diagonaler og ender, dog således at ingen prøver blev taget nærmere end 10 meter fra markens kanter. På ruten blev der udtaget en lille prøve af stubbene for ca. hver 20. meter, således at den samlede prøve kom til at bestå af 200–400 stubbe, d.v.s. stubbe fra 200–400 strå.

Prøverne blev anbragt i papirposer, hvori de henstod, indtil de kunne undersøges. Før undersøgelsen blev der af hver prøve udtaget en gennemsnitsprøve på ca. 200 stubbe, som blev vasket fri for jord, inden de blev undersøgt for eventuelle angreb.

2. GENNEMSNITSRESULTATER

Som før nævnt omfattede undersøgelsen årene 1955–57. I 1955 blev der udtaget prøver i 206 marker, i 1956 i 187 marker og i 1957 i 54 marker. Angrebet af *Cercosporella* og *Ophiobolus* blev

optalt i alle marker, medens angrebet af *Rhizoctonia* kun blev optalt i de marker, der indgik i undersøgelsen i 1957. I tabel 1 gives en oversigt over de tre svampes forekomst i de undersøgte marker.

Tabel 1. Oversigt over forekomsten af *Cercosporella, Ophiobolus* og *Rhizoctonia* i de i 1955, 1956 og 1957 undersøgte marker

År	Antal hvede-marker unders.	Hvedemarker angrebet af: Cercosporella antal	procent	Rhizoctonia antal	procent	Ophiobolus antal	procent
1955	206	201	97.6			34	16.5
1956	187	187	100.0			51	27.3
1957	54	54	100.0	32	62.7	32	62.8

Der blev altså konstateret angreb af *Cercosporella* i praktisk taget alle undersøgte marker, medens angreb af *Ophiobolus* og *Rhizoctonia* kun blev konstateret i en mindre del af markerne.

Den gennemsnitlige angrebsprocent varierede ret stærkt fra år til år, hvilket ses af tabel 2.

Tabel 2. Årsvariationer i angrebet af *Cercosporella, Ophiobolus* og *Rhizoctonia*

År	Gennemsnitlig angrebsprocent af: *Cercosporella*	*Rhizoctonia*	*Ophiobolus*
1955	19.3		0.3
1956	39.2		0.5
1957	39.1	3.8	3.7

Resultaterne fra 1957 kan ikke sammenlignes direkte med de to foregående år, idet der i 1957 blev taget hensyn til forfrugtens art ved valget af hvedemarker. Dette medførte, at der forekommer forholdsvis mange hvedemarker fra kornrige sædskifter, hvorfor det må anses for sandsynligt, at de ovenfor nævnte gennemsnitstal for angreb i 1957 er relativt høje sammenlignet med 1955 og 1956. Årsvariationerne i det gennemsnitlige angreb, som er særligt udpræget for *Cercosporella's* vedkommende, vil blive nærmere omtalt i næste afsnit.

I det følgende anvendes »procent angrebne marker« som mål for angrebet af *Rhizoctonia* og *Ophiobolus*, idet det procentvise angreb i de enkelte marker er så ringe, at det ikke egner sig som sammenligningsgrundlag. De få marker med lidt sværere angreb

ville helt forstyrre sammenligningen. Under omtalen af *Cercosporella* anvendes derimod procent angrebne strå i de enkelte marker som sammenligningsgrundlag, hvorfor det her er muligt ved opdeling af markerne indenfor den enkelte gruppe efter procent angreb at få et indtryk af gennemsnittets sikkerhed. For ikke at gøre materialet for uoverskueligt, er en sådan opdeling først foretaget i tabeller sidst i beretningen, og i tekstens tabeller henvises til disse.

3. FORSKELLIGE FAKTORERS INDFLYDELSE PÅ ANGREBET AF FODSYGE

Som det fremgik af indledningen var det undersøgelsens egentlige formål at belyse sædskiftets betydning for fodsygens forekomst, men for at få så pålidelige resultater som muligt, var det nødvendigt at søge oplysninger om en del andre dyrkningsfaktorer, idet der kunne være et samspil mellem disse og sædskiftetypen. Det har vist sig, at en del dyrkningsfaktorer spiller en stor rolle for forekomsten af *Cercosporella*, hvorfor disse skal omtales nærmere, inden vi går over til at diskutere sædskiftets betydning. Man får derved ikke alene et indtryk af disse faktorers betydning, men også af sædskiftets betydning i forhold til andre dyrkningsfaktorer.

Som følge af de meget svagere angreb af *Ophiobolus* og *Rhizoctonia* blev materialet for disse to svampes vedkommende meget spinkelt, hvorfor man kun kunne vente at få udslag for faktorer, der øver afgørende indflydelse på svampenes optræden. Det er derfor ikke overraskende, at der ikke har kunnet spores nogen virkning af de nedennævnte faktorer.

A. Såtid

Til belysning af såtidens indflydelse på angrebet af *Cercosporella* på hvede kan tallene i tabel 3 benyttes. Heraf fremgår, at man ved udskydning af såtiden til efter 30. september har fået betydeligt svagere angreb af *Cercosporella*. Kun i 1955 var der en nedgang i angrebet ved at udskyde såtiden fra før 21/9 til tidsrummet 21/9–30/9.

Årsagen til den tidlige sånings indflydelse på angrebet må

Tabel 3. Såtidens indflydelse på angrebet af *Cercosporella* i hvede (tabel I–III)

Såtid	Efterår 1954		Efterår 1955		Efterår 1956	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
Før $^{21}/_{9}$	53	20.9	124	40.7	26	39.4
$^{21}/_{9}$—$^{30}/_{9}$	80	21.4	45	35.8	20	39.2
Efter $^{30}/_{9}$	65	14.0	11	30.5	4	25.4

sikkert søges i den deraf følgende kraftigere buskning om efteråret, samt i at angrebet kommer tidligere igang end i de sent sådede marker.

B. Klima

I fig. 4 og 5 er indtegnet månedsgennemsnittene for temperatur (landsgennemsnit) og nedbør (gennemsnit for Øerne). Det mest interessante ved disse kurver er de store forskelle, der er mellem kurverne for efteråret 1954 og efteråret 1955. Efteråret 1954 var regnrigt og ret koldt, medens efteråret 1955 var ret regnfattigt og mildt, idet der dog i september faldt forholdsvis megen regn (92,6 mm), hvoraf størstedelen faldt i første halvdel af måneden, altså før såtidens begyndelse. Efteråret 1956 var ret normalt, og kurverne for dette år ligger gennemgående mellem kurverne for 1954 og 1955.

Også senere på vækstsæsonen adskiller 1954/55 og 1955/56 sig fra hinanden med hensyn til klimaet. I 1955 havde månederne januar, februar og marts gennemsnitstemperaturer under 0°C, medens i 1956 kun februar måned havde tilsvarende lav gennemsnitstemperatur. I 1955 var maj kølig og regnrig, medens derimod samme måned i 1956 var mild og forholdsvis regnfattig.

Disse klimaforhold har givet hveden i de tre år temmelig ulige vækstbetingelser. Det fugtige efterår i 1954 bevirkede, at hveden blev sået sent, medens den i 1955 nærmest blev sået tidligt. Tabel 4 giver en oversigt over såtiden for de hvedemarker, der blev undersøgt i de tre år. Heraf fremgår, at kun 27 procent af markerne i 1954 blev sået før 21. september mod 69 procent i 1955 og 51 procent i 1956. Og i 1954 blev 33 procent af markerne sået så sent som i oktober måned mod kun 6 og 8 procent i henholdsvis 1955 og 1956.

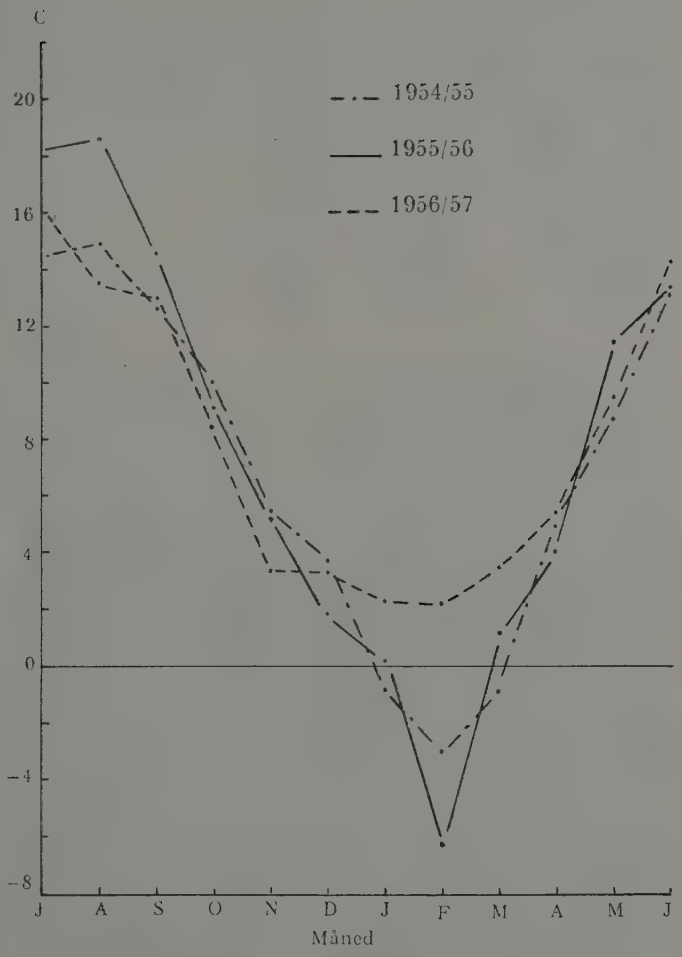

Fig. 4. Oversigt over temperaturforholdene (månedsgennemsnit) for hele landet i vækstsæsonerne: 1954/55, 1955/56 og 1956/57. Det ses af kurverne, at efteråret 1955 var lidt varmere end de to efterfølgende. I vinteren 1954/55 lå tre måneders gennemsnitstemperaturer under frysepunktet, medens kun gennemsnitstemperaturen i februar 1956 lå tilsvarende lav, og i 1956/57 lå alle månedsgennemsnittene over frysepunktet.

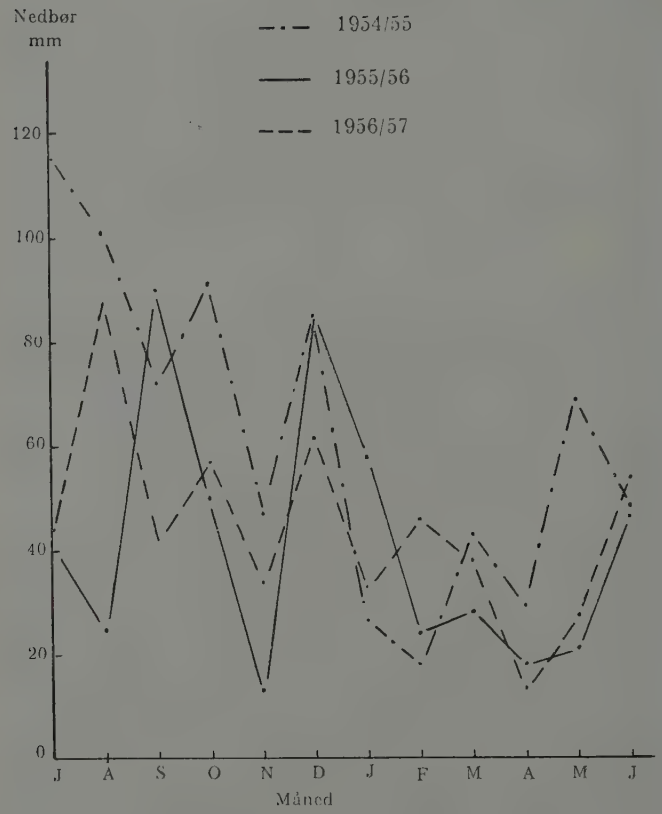

Fig. 5. Oversigt over nedbørsforholdene (månedsgennemsnit) på øerne i vækstsæsonerne 1954/55, 1955/56 og 1956/57. Det ses, at efteråret 1954 var meget regnrigt, medens efteråret 1955 med undtagelse af september var regnfattigt. Kurven for 1956 ligger om efteråret gennemgående mellem de to andre kurver.

Klimaforholdene i 1954 har uden tvivl også bevirket, at jordbehandling og såbed blev betydelig dårligere end de to følgende år. Alt i alt har forholdene været sådan, at hveden fik en dårlig start i 1954, hvorimod den fik en god start i 1955, hvilket medførte en kraftigere buskning.

Tabel 4. Hvedemarkernes fordeling efter såtid

	Hvedemarker sået:					
	før $^{21}/_{9}$		fra $^{21}/_{9}$—$^{30}/_{9}$		efter $^{30}/_{9}$	
	antal	procent	antal	procent	antal	procent
1954	53	26.9	80	40.6	65	32.5
1955	124	68.9	46	25.0	11	6.1
1956	26	52.0	20	40.0	4	8.0

Hvordan klimaet senere på de to vækstsæsoner har virket på hveden, er vanskeligt at sige, men den noget mildere vinter i 1955/56 har sikkert været gunstigere for overvintringen og bevarelse af bestanden end vinteren i 1954/55, således at den kraftigere bestand i efteråret 1955 holdt sig vinteren igennem.

I afsnittet om såtid fremgik, at denne spillede en afgørende rolle for angrebet af *Cercosporella*. Derfor har den tidlige såning i efteråret 1955 været medvirkende til det stærkere angreb i 1956, men som det fremgår af tabel 3, kan forskellen i såtiden i 1954 og 1955 ikke alene forklare forskellen på angrebet i de to år. Tabellen viser nemlig, at angrebet inden for alle tre såtider var ca. dobbelt så højt i 1956 som i 1955.

Den væsentligste årsag hertil er uden tvivl de ovenfor omtalte klimaforskelle, som bevirkede, at buskningen blev betydelig kraftigere i 1955. Virkningen af den kraftige buskning om efteråret må dels søges i, at den tætte plantebestand, som det fremgår af næste afsnit, begunstiger angrebet, og dels i, at sideskuddene er udsat for smitte gennem længere tid end i de tilfælde, hvor buskningen først finder sted om foråret.

C. Plantebestand

Ved besøget hos landmændene i forsommeren blev der foretaget en bedømmelse af plantebestanden efter en skala, der gik fra 1 til 10, hvor 1 betød meget tynd bestand og 10 var meget tæt og

kraftig bestand. Hovedparten af markerne fik karakterer fra 7 til 9, af hvilken grund karaktererne fra 1 til 6 er samlet i een gruppe og karaktererne 9 og 10 ligeledes i een, idet de pågældende grupper ellers blev for små (tabel 5). Som tabellen viser, er der en ganske betydelig stigning i sygdomsangrebet fra marker med en tynd bestand til marker med en tæt og kraftig bestand. Stigningen er størst i 1956, men iøvrigt er der god overensstemmelse mellem de tre års resultater.

Tabel 5. Plantebestandens betydning for angrebet af *Cercosporella* på hvede (skala 1-10, 10 = meget tæt og kraftig bestand (tabel IV-VI))

Karakter	1955		1956		1957	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
1—6	21	15.0	24	23.6	7	31.7
7	59	18.7	46	34.7	14	35.9
8	63	18.0	61	44.4	7	43.2
9—10	56	20.8	38	46.7	19	42.6

D. Hvedesort

De mest anvendte hvedesorter var Banco, Eroica, Nord Desprez, Cappelle Desprez, Skandia III B og Øtofte 56. De tre sidstnævnte var ret sjældne, og Nord Desprez forekom praktisk taget kun i 1955.

En sammenligning af sorterne Banco, Eroica og Nord Deprez viste, at sortsforskelle ingen indflydelse havde haft på angrebet.

E. Jordtype

Ved besøgene på ejendommene blev der foretaget en skønsmæssig bedømmelse af jordtypen, hvorved der anvendtes betegnelserne: Let lerjord, ret svær lerjord og svær lerjord. Ganske få ejendomme faldt uden for denne inddeling. Der kunne ikke konstateres nogen forskel mellem angrebsprocenterne på de tre jordtyper, hvoraf man kan slutte, at der skal større variationer til i jordtypen, end det her har været tilfældet, før det spiller nogen rolle for angrebet af *Cercosporella*.

F. Gødskning

Som tidligere nævnt indsamledes under besøgene hos landmændene oplysninger om de gødningsmængder, der var tilført hveden. Det drejer sig om de tre gødningsstoffer: Kvælstof, fosfor og kali. For kvælstofgødningens vedkommende blev der desuden i 1956 og 1957 indhentet oplysninger om udbringningstid.

Når man vurderer disse gødningers virkning på angrebet af *Cercosporella*, må man tage i betragtning, at der er en vis indbyrdes sammenhæng mellem de anvendte mængder, hvilket fremgår af følgende tabel, der angiver korrelationen mellem de tilførte mængder salpeter-, superfosfat- og kaligødning.

Tabel 5a. Korrelationen mellem de tilførte mængder af superfosfat, kali og salpeter

	Korrelations-koefficient	Antal marker
1955		
Superfosfat-salpeter	0.1757	201
— -kali	0.7548	199
Kali-salpeter	0.1987	200
1956		
Superfosfat-salpeter	0.2429	157
— -kali	0.6392	158
Kali-salpeter	0.1654	149
1957		
Superfosfat-salpeter	0.4036	48
— -kali	0.6512	48
Kali-salpeter	0.4000	48

Det ses heraf, at der er en ret nær korrelation mellem de tilførte mængder superfosfat og kali, medens de anvendte mængder salpeter er meget lidt afhængig af, hvilke mængder der er anvendt af de to andre gødningsarter.

Når man skal undersøge de tre gødningsarters virkning på angrebet, må man derfor tage visse hensyn. Uden at begå større fejl kan man vurdere virkningen af kvælstofgødningen for sig, men når det drejer sig om superfosfat og kaligødninger, kan man vanskeligt vurdere virkningen af gødningerne uafhængigt af hinanden.

a. Kvælstofgødskning

En opdeling af de hvedemarker, der indgik i undersøgelsen, efter mængden af tilført kvælstof, kan medvirke til at belyse kvælstoffets betydning for angrebet af *Cercosporella*. En sådan opdeling er foretaget i tabel 6. Af tabellens resultater fremgår, at der i alle tre år har været en stigning i angrebet ved øget kvælstoftilførsel. Stigningen i angrebsprocenten er størst, når man går fra de middelstore til de store kvælstofmængder. Dette forhold skal muligvis forklares ved, at de store mængder kvælstof gør planterne mere succulente, hvorved cellerne bliver lettere gennemtrængelige for svampen. Desuden vil store mængder kvælstof i kraft af forøget bladrigdom hos planterne bevirke, at mikroklimaet bliver fugtigere, hvilket vil gavne svampens sporedannelse.

Tabel 6. Kvælstofgødskningens betydning for angrebet af *Cercosporella* (tabel VII–IX)

kg	1955		1956		1957		1955–57	
salpeter pr. ha	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
0–299	37	18.5	31	35.3	4	31.0	72	26.4
300–399	42	18.8	45	31.2	6	38.9	93	26.1
400–499	49	18.2	56	41.9	14	34.3	119	31.2
500–599	39	17.1	20	49.9	10	33.9	69	29.0
over 600	38	24.0	16	48.9	19	46.9	73	35.4

Under visse forhold kan en tilførsel af kvælstofgødning bevirke, at hvedens buskning øges stærkt. Da tæt bestand som tidligere nævnt begunstiger angrebet af *Cercosporella*, kunne man tro, at kvælstoffets fremmende virkning på sygdomsangrebet kun skyldes en tættere bestand i de stærkt gødede marker. Dette forhold er i hvert fald ikke skyld i hele den stigning i sygdomsangrebet, der har fundet sted, idet der ingen sammenhæng er mellem bestandkarakteren og den tilførte mængde kvælstofgødning, hvorimod – som det fremgår af tabel 7 – en større tilførsel af kvælstof har fremmet angrebet inden for grupper med samme bestandskarakter. Kun i gruppen med laveste bestandskarakter har der ikke været stærkere angreb i de kraftigt gødede marker. I denne tabel er kun medtaget materialet fra 1956, idet kvælstoffets virk-

ning på angrebet i 1955 var meget ringe, og materialet fra 1957 er for lille til en så stærk opdeling.

Tabel 7. Kvælstofgødskningens indflydelse på angrebet af *Cercosporella* inden for grupper med samme bestandskarakter. 1956.

kg salpeter pr. ha	Karakter for bestand 1—6 antal marker	1—6 procent ang.	7 antal marker	7 procent ang.	8 antal marker	8 procent ang.	9—10 antal marker	9—10 procent ang.
Indtil 400	11	23.7	27	*28.1*	22	*38.6*	17	*37.8*
400 og derover	13	23.5	19	*44.0*	39	*47.6*	21	*53.6*

Kvælstoffets udbringningstid er ret afgørende for dets virkning på angrebet af *Cercosporella*. I tabel 8 ses resultatet af en opdeling af materialet fra 1956 og 1957 efter tidspunktet for kvælstofgødningens udbringning. I de få tilfælde, hvor kvælstofudbringningen er sket ad to gange, har vi her regnet med tidspunktet for første udbringning.

Tabel 8. Udbringningstidens indflydelse på kvælstoffets virkning på angrebet af *Cercosporella* (tabel X–XI)

Udbringstid	1956 antal marker	1956 procent ang.	1957 antal marker	1957 procent ang.	1956—57 antal marker	1956—57 procent ang.
Før $^{21}/_{4}$	16	51.6	17	41.8	32	46.5
$^{21}/_{4}$—$^{30}/_{4}$	32	42.6	12	43.1	43	42.7
$^{1}/_{5}$—$^{10}/_{5}$	53	39.8	16	33.1	69	38.2
Efter $^{10}/_{5}$	18	33.2	3	28.2	24	32.1

Som tabel 8 viser, var der både i 1956 og i 1957 en stor nedgang i angrebsprocenten ved at udsætte kvælstoftilførslen fra midten af april til midten af maj.

b. Fosforsyregødskning

Fosforsyregødningen virkede tilsyneladende ret forskelligt i de tre år, idet angrebet med stigende tilførsler af superfosfat aftog i 1955, tiltog i 1956 og slet ikke påvirkes i 1957 (tabel 9).

En gruppering af materialet som den, der ses i tabel XII, viser, at superfosfatets virkning såvel i 1955 som i 1956 i det væsent-

Tabel 9. Procent angreb af *Cercosporella* i hvedemarker tilført forskellige mængder superfosfat i årene 1955, 1956 og 1957

kg superfosfat pr. ha	1955 antal marker	1955 procent ang.	1956 antal marker	1956 procent ang.	1957 antal marker	1957 procent ang.
0	35	24.1	28	34.9	1	19.2
1—200	79	19.6	69	36.6	10	38.2
201—400	75	18.2	71	43.9	38	38.0
401—	16	12.1				

ligste var uafhængig af kaliens virkning, men de modstridende resultater af undersøgelsen over superfosfatens virkninger i de to år skal måske ses på baggrund af kvælstofvirkningen. I 1955 havde kvælstofgødningen praktisk taget ingen indflydelse på angrebet af *Cercosporella*, medens den i 1956 syntes at have forøget angrebet meget betydeligt. Det er derfor berettiget at antage, at superfosfatets modificerende indflydelse på angrebet kommer til udtryk i 1955 på grund af kvælstofgødningens svage virkning, medens derimod den kraftige kvælstofvirkning i 1956 helt ophæver eller overskygger superfosfatets virkning. Hvis denne antagelse er rigtig, må der med stigende tilførsel af superfosfat i 1956 være mindre stigning i angrebet i de svagt kvælstofgødede marker end i de stærkt gødede, og som det fremgår af tabel 10, er der også en antydning af dette forhold, selv om den ikke er overbevisende.

Man kan altså ikke ud fra dette materiale give generelle retningslinier for fosforsyretilførslens betydning for angrebet af *Cercosporella*, men resultaterne tyder på, at tilførsel af store mængder superfosfatgødning under visse forhold virker begrænsende på angrebet.

Tabel 10. Procent angreb af *Cercosporella* i hvedemarker tilført forskellige mængder superfosfat og salpeter i 1956

kg superfosfat pr. ha	kg salpeter pr. ha: indtil 400 antal marker	indtil 400 procent ang.	400 og derover antal marker	400 og derover procent ang.
0	16	33.4	12	36.0
—200	35	29.3	34	44.1
Over 200	25	37.5	46	47.4

c. Kaligødskning

I tabel 11 er materialet fra de tre år delt op efter mængden af tilført kali pr. ha. Det fremgår af tabellen, at der i 1955 var en nedgang i angrebet af *Cercosporella* fra den gruppe, der ingen kali fik, til den gruppe, der fik over 250 kilo pr. ha. I 1956 er der ikke nogen tydelig tendens i tallene, og de enkelte grupper i 1957 er så små, at man ikke kan tillægge tendensen der nogen større betydning.

Tabel 11. Procent angreb af *Cercosporella* i hvede ved tilførsel af forskellige mængder kali

kg kali pr. ha	1955		1956		1957	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
0	53	20.6	53	36.5	4	33.3
—250	126	19.4	101	41.0	38	36.3
Over 250	26	15.6	14	38.5	7	47.7

I tabel XII er materialet fra 1955 og 1956 delt op efter de anvendte mængder af kali og superfosfat pr. ha. Kun i den gruppe, som har fået over 200 kilo superfosfat pr. ha, er antallet af marker så stort inden for de enkelte kaligrupper, at man kan skønne over kaliens virkning. Tages disse tal ud af tabellen, fås følgende opstilling:

kg kali pr. ha	1955		1956	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
0	10	18.8	10	47.4
—250	61	17.6	47	44.6
Over 250	23	14.4	14	38.5

I denne gruppe er der altså for begge årene nogen nedgang i angrebet ved forøget tilførsel af kaligødning.

Resultaterne tyder således på, at mængden af tilført kaligødning til hvede ikke har spillet nogen afgørende rolle for angrebet af *Cercosporella*, men at der dog har været en tendens til nedgang i angrebet ved forøget tilførsel af kali.

4. SÆDSKIFTETS INDFLYDELSE PÅ ANGREBET AF FODSYGE

Inden vi går over til at omtale virkningen af de enkelte afgrøder på angrebet af fodsyge i den efterfølgende hvedeafgrøde, skal der først gives en oversigt over de sædskiftetyper, der indgik i undersøgelsen.

Ved planlægningen af undersøgelsen blev der opstillet bestemte sædskiftetyper, som ønskedes undersøgt. Det viste sig imidlertid hurtigt, at såfremt undersøgelsen skulle have et omfang, der tillod at drage generelle slutninger, kunne denne plan ikke overholdes. Det blev i stedet besluttet at medtage alle sædskifter i de områder, undersøgelsen omfattede, såfremt de indeholdt et skifte med hvede, og såfremt ejeren kunne give sikre oplysninger om

Tabel 12. Oversigt over de forskellige sædskiftetypers forekomst i undersøgelsen

	1955		1956		1957	
	antal	procent	antal	procent	antal	procent
Forsk.-roer-byg-græs-græs-havre-hvede	40	19.4	36	19.3		
Forsk.-byg-byg-græs-græs-havre-hvede	14	6.8	18	9.6		
Forsk.-roer-byg-græs-havre-hvede	16	7.8	7	3.7	6	11.1
Forsk.-byg-byg-græs-havre-hvede	5	2.4	6	3.2		
Forsk.-byg-græs-græs-havre-hvede	6	2.9	17	9.1	8	14.8
Forsk.-græs-græs-havre-hvede	12	5.8	7	3.7		
Forsk.-havre-hvede	20	9.7	16	8.6	3	5.6
Ialt med havre som forfrugt for hvede:	113	54.9	107	57.2	17	31.5
Forsk.græs-græs-hvede	16	7.8	6	3.2		
Forsk.-blandsæd-hvede	11	5.3	11	5.9		
Forsk.-byg-hvede	9	4.4	10	5.3		
Forsk.-korsblomstrede-hvede	9	4.4	6	3.2		
Forsk.-ærter-hvede	12	5.8	9	4.8	14	25.9
Forsk.-kløver-hvede	11	5.3	11	5.9	6	11.1
Forsk.-lucerne-hvede	4	1.9	6	3.2		
Forsk.-frøgræs-hvede	9	4.4	3	1.6		
Forsk.-kartoffel el. rodfrugt-hvede	5	2.4	6	3.2	5	9.3
Forsk.-hvede	7	3.4	12	6.4	12	22.3
Marker ialt:	206	100.0	187	100.0	54	100.0

markens benyttelse tilstrækkelig langt tilbage i tiden. Dette medførte nødvendigvis, at der i undersøgelsen indgik et forholdsvis stort antal af de almindeligst forekommende sædskifter og et ret ringe antal af de sjældnere.

For at give en oversigt over antallet af de forskellige sædskiftetyper, der indgik i undersøgelsen, er disse sammenstillet i tabel 12. Denne tabel viser, at fordelingen af sædskiftetyperne var omtrent ens for 1955 og 1956. Ca. 55 procent af alle hvedemarker havde havre som forfrugt.

Undersøgelsen var oprindeligt kun planlagt til at omfatte årene 1955 og 1956. Men ved opgørelsen af materialet i 1956 viste der sig problemer i forbindelse med nogle af de mindre almindelige sædskiftetyper, som ønskedes bedre belyst ved hjælp af et større materiale. Det blev derfor besluttet at fortsætte undersøgelsen i 1957 for nogle mere specielle sædskiftetypers vedkommende. Udvalget af bestemte sædskiftetyper i 1957 er således årsag til den fra 1955 og 1956 afvigende fordeling af typerne.

A. Cercosporella

a. Hvede

Ved valget af hveden som testafgrøde for angrebet af de forskellige fodsygesvampe udelukkedes muligheden for i nævneværdig grad at drage sammenligninger mellem hvedens og andre afgrøders betydning for disse sygdommes forekomst i sædskiftet. For at bøde herpå udtoges i 1956 og 1957 prøver i en del bygmarker. Herved blev der mulighed for at sammenligne angrebet i hvede med angrebet i byg, som ifølge praktiske erfaringer her i landet er den afgrøde, der næst efter hvede angribes stærkest af fodsyge.

Tabel 13. Angrebet af *Cercosporella* i samtlige undersøgte hvede- og bygmarker i 1956 og 1957

Art	1956		1957	
	antal marker undersøgt	procent angreb	antal marker undersøgt	procent angreb
Hvede.....	187	39.2	54	39.1
Byg.....	18	22.4	54	9.3

I tabel 13 er anført det gennemsnitlige angreb af *Cercosporella* i henholdsvis hvede og byg, og det fremgår deraf, at angrebet i

hvede var langt stærkere end i byg. Når dette ses på baggrund af, at der forud for hveden i over 90 procent af markerne havde været et eller flere bygfrie år, medens byggen i over 50 procent af tilfældene havde byg som forfrugt, fremgår endnu tydeligere, at vinterhveden er langt mere modtagelig end vårbyggen.

Når det i det følgende godtgøres, at byggen øver afgørende indflydelse på forekomsten af *Cercosporella*, må det derfor erindres, at hvedens betydning er endnu mere afgørende, således at virkningen af angrebet af *Cercosporella* ville være katastrofal, hvis hvedearealet var af samme størrelsesorden som bygarealet er i dag.

b. Rug

Rugdyrkningen i de områder, som omfattedes af denne undersøgelse, var så ringe, at rugen kun forekom i et ubetydeligt antal af de undersøgte sædskifter.

Ifølge udenlandske undersøgelser er rugen langt mindre modtagelig for angreb af *Cercosporella* end hvede og byg. Men til trods for, at rugdyrkningen her i landet forekommer mest på de lettere jorder, som ikke er særlig yndet af *Cercosporella*, synes denne dog ret udbredt i de rugdyrkende egne. Dette fremgår bl.a. af nogle prøveudtagninger i rugmarker i 1955, hvor det langs ruten Viborg – Holstebro – Tarm – Vejle – Horsens – Silkeborg – Viborg var muligt i de fleste rugmarker at finde symptomer på en af de her nævnte fodsygeformer. Rendyrkninger fra 37 af disse rugmarker viste, at der i 15 marker fandtes angreb af *Cercosporella*.

Det er sjældent, at der meldes om svære angreb i rug her i landet, men trods det må den dog anses for at være i stand til at vedligeholde *Cercosporella* i jorden.

c. Havre

Trods undersøgelse af et stort antal marker er det ikke hidtil lykkedes forfatterne at finde angreb på havre. Ved kunstig inokulation er det muligt at inokulere så stærkt, at *Cercosporella* angriber havre, men under almindelige dyrkningsforhold synes angreb i havre yderst sjældent. Lignende erfaringer blandt land-

mændene er uden tvivl en af årsagerne til, at havre i dag er den hyppigste forfrugt for hvede.

d. Byg

Byggen har længe været anset for at være den afgrøde, der næst efter hvede bedst var i stand til at vedligeholde *Cercosporella* i jorden. Det er derfor også sjældent – som det fremgår af tabel 12 – at man lader hvede efterfølge byg i sædskiftet. Men selv om man tager den forholdsregel ikke at lade hvede efterfølge byg, er man dog ikke ude over den fare, som byggen betyder for vedligeholdelse af smitten, hvilket vil fremgå af det følgende.

1. Betydningen af bygfrie år

Fra praksis ved man, at byg umiddelbart forud for hvede som regel resulterer i kraftige angreb af *Cercosporella* i denne. Til belysning af spørgsmålet om, hvor mange bygfrie år der er nødvendige forud for hvede for ikke at risikere ødelæggende angreb, er materialet fra de tre års undersøgelse i tabel 14 delt op i grupper med forskelligt antal bygfrie år forud for hveden. Det fremgår deraf, at angrebet i hveden bliver mindre, når antallet af bygfrie år forud for denne øges. Kun den første gruppe, hvor hveden kommer lige efter byg, danner en undtagelse, idet der her gennemgående var svagere angreb end i den næste gruppe, hvor der var et bygfrit år forud for hveden. Grunden til dette må antagelig søges i det forhold, at der som regel kun pløjes een gang, når hvede sås efter byg. De angrebne bygstubbe bringes derved så langt ned, at smitte fra disse til de unge hvedeplanter bliver vanskeliggjort.

Det er værd at bemærke, at angrebet aftager jævnt fra gruppen med 1 til gruppen med over 4 bygfrie år, og at der stadig forekommer en del angreb i hveden, når der ligger 5–6 år mellem denne og sidste bygafgrøde. I 1956, hvor forholdene var gunstige for angreb af *Cercosporella*, var der i gennemsnit 27 procent angreb i de marker, hvor der havde været 4 bygfrie år før hveden, altså 5 år mellem hvede og byg.

Tabel 14. Procent angreb i hvedemarker med forskelligt antal bygfrie år forud for hvede (tabel XIII-XV)

Ant. bygfrie år før hveden	1955 antal marker	1955 procent ang.	1956 antal marker	1956 procent ang.	1957 antal marker	1957 procent ang.	1955—57 antal marker	1955—57 procent ang.
0.....	9	21.5	10	42.3	2	59.3	21	35.0
1.....	27	26.4	25	55.2	18	54.6	70	43.8
2.....	41	25.1	29	41.6	14	34.6	84	32.4
3.....	75	16.8	81	34.2	9	25.7	165	25.8
4.....	24	14.7	25	27.4	6	13.5	55	20.3
Over 4 ..	16	10.0	0		0		16	10.0

I mange tilfælde var havre forfrugt for hvede, men bortset derfra havde der ikke været kornafgrøder mellem byg og hvede, og det er således ikke kornafgrøder, der har holdt liv i svampen, hvorimod græsmarksgræsser og græsukrudt kan have været en medvirkende årsag dertil.

Af tabel 12 fremgik, at havre i et stort antal sædskifter var forfrugt for hvede. Disse sædskifter kan deles op i to store grupper, hvoraf den ene har græs i to år forud for havren, medens den anden kun har græs i et år. I praktisk taget alle tilfælde blev der lagt ud i byg, således at man kan sammenligne sædskiftet byg, græs, græs, havre, hvede, med et sædskifte, hvor der kun forekommer et års græs, og hvor afstanden i tid mellem byg og hvede således er 1 år mindre. En sådan sammenligning er foretaget i tabel 15, hvoraf det fremgår, at i gruppen med 2-årige græsmarker er angrebet betydelig mindre end i gruppen med 1-årige græsmarker. Dette er en bekræftelse på resultaterne i tabel 14, idet det viser, at 3 år mellem byg og hvede giver mindre angreb end 2 år. Men samtidig viser det, at kløvergræs i sammenligning med byg kun dårligt egner sig til at vedligeholde smitten i jorden til trods for, at græsserne også er modtagelige for angreb af *Cercosporella*.

Tabel 15. Procent angreb af *Cercosporella* i hvedemarker, hvor forfrugten var havre efter henholdsvis 1-årige og 2-årige græsmarker

Sædskifte	1955 antal marker	1955 procent ang.	1956 antal marker	1956 procent ang.
Byg-græs-græs-havre-hvede.....	54	14.2	54	36.2
Byg-græs-havre-hvede	21	24.1	17	45.1

2. Betydningen af antallet af bygmarker i sædskiftet

Et andet udtryk for byggens afgørende betydning for vedligeholdelse af *Cercosporella* i sædskiftet får man ved at inddele materialet i grupper efter antallet af bygafgrøder i en given årrække forud for hveden og sammenstille disse med angrebsprocenten. Resultatet af en sådan opdeling ses i tabel 16. Når der er valgt en 4-års periode, skyldes det, at materialet derved bliver delt op i passende store grupper. Tallene giver et meget tydeligt billede af den voksende betydning af *Cercosporella* med tiltagende bygareal i sædskiftet.

Tabel 16. Procent angreb af *Cercosporella* i hvedemarker, hvor der i de foregående 4 år har været fra 0 til flere bygafgrøder (tabel XVI-XVIII)

Antal byg-afgrøder	1955		1956		1957		1955—57	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
0.....	46	13.6	25	27.7	6	13.5	77	18.2
1.....	122	19.7	103	34.7	9	26.4	234	26.6
2 el. flere	21	26.4	25	50.7	12	44.1	58	40.5

3. Undersøgelser i bygmarker

For også at få et indtryk af fodsygeangrebenes størrelse i byg blev der i årene 1956 og 1957 ialt udtaget prøver i 73 bygmarker.

Til undersøgelsen udvalgtes sædskifter, hvor der fandtes 1. års og 2. års og undertiden 3. års byg samt med få undtagelser hvede. Ud fra dette materiale var det muligt at få oplysninger om byggens virkning på vedligeholdelsen af *Cercosporella*. Af tabel 17 fremgår, at angrebet ikke var stærkere i 2. års og 3. års byg end i 1. års byg. I 1957 var angrebet endog stærkest i 1. års byggen. Vælger man de 9 sædskifter fra 1957, hvori der fandtes både 1., 2. og 3. års byg, finder man her den samme tendens som

Tabel 17. Procent angreb af *Cercosporella* i 1. års, 2. års og 3. års byg

År	1. års byg		2. års byg		3. års byg	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
1956.....	9	22.1	9	22.7		
1957.....	23	11.2	23	9.4	9	4.4

i det samlede materiale. Resultaterne i tabel 17 tyder på, at byggen vedligeholder smittematerialet i jorden uden at forøge dets mængde.

I forhold til gennemsnitsangrebet i hvede var angrebet af *Cercosporella* i byg ikke særlig stærkt, men som det fremgår af tabel 18, fandtes der dog en del bygmarker med ret stærke angreb.

Tabel 18. 73 bygmarker inddelt i grupper efter angrebet af *Cercosporella*

	Antal marker med angreb fra					
	0—10 procent	11—20 procent	21—30 procent	31—40 procent	over 40 procent	Ant. marker ialt
1956.....	3	8	3	1	3	18
1957.....	36	12	5	2		55
Ialt.....	39	20	8	3	3	73

e. Andre afgrøders betydning i sædskiftet for forekomsten af Cercosporella

I sammenligning med byg og hvede er andre afgrøder med hensyn til faren for angreb af *Cercosporella* afgjort gode forfrugter for hvede. En analyse af andre afgrøders betydning som forfrugt for hveden er vanskelig at foretage på et materiale som dette, idet en sådan analyse kræver, at de afgrøder, man ønsker at sammenligne, indgår i iøvrigt ens sædskifter. I hvert tilfælde må sædskifterne her være ens stillet med hensyn til placeringen af byg og hvede, da disse afgrøders afgørende betydning for vedligeholdelsen af *Cercosporella* ellers helt vil tilsløre eventuelle forskelle mellem andre afgrøder. Af tabel 12 fremgik, at havre var langt den almindeligste forfrugt for hvede. Opdeler man de sædskifter, der ikke havde havre som forfrugt for hvede, i grupper efter de enkelte forfrugter, får man højst 10 marker i hver gruppe. Og disse få sædskifter er igen meget forskellige med hensyn til afgrøderne i 2. og 3. år forud for hveden. Det bliver derfor et ret begrænset udbytte, man kan få af sammenligninger mellem sådanne grupper.

Ved en foreløbig opgørelse af materialet fra 1955 og 1956 så det ud, som om bælgplanterne var uheldige forfrugter for hvede. Ved at sammenligne den gruppe, hvor havre var forfrugt for

hvede, med gruppen, hvor ærter og andre bælgplanter var forfrugt, viste det sig, at angrebet var langt stærkere i hvede efter bælgplanter end i hvede efter havre. Dette fremgår af følgende tal:

	1955		1956	
	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
Hvede efter havre.....	113	17	107	35
Hvede efter bælgplanter....	23	25	20	61

Nu er en sammenligning som denne imidlertid ikke retfærdig, idet sædskifter, hvor hvede fulgte efter havre, var meget forskellige fra de sædskifter, hvor hvede fulgte efter ærter eller andre bælgplanter. I hovedparten af de sædskifter, hvor hvede fulgte efter bælgplanter, havde der kun været 1 bygfrit år, medens der forud for hvede efter havre havde været mindst 2 og hyppigst 3 bygfrie år.

Skal man have et udtryk for bælgplanters betydning for angrebet af *Cercosporella* i en efterfølgende hvedemark, må dette derfor ske ved sammenligning inden for grupper med 1 bygfrit år forud for hveden, men det samlede antal sædskifter af denne type var ret ringe. I 1957 blev der taget særlige hensyn hertil, og der udvalgtes fortrinsvis sædskifter af denne kategori, hvorved der fremkom et materiale af nogenlunde samme størrelse som i de to foregående år. Undersøgelsens resultater ses i tabel 19, hvoraf det fremgår, at angrebet praktisk taget har været af samme omfang i hvede efter bælgplanter som i hvede efter andre afgrøder, hvor andre afgrøder i denne forbindelse hovedsageligt vil sige roer, kartofler og rajgræs. Med henblik på angreb af *Cercosporella* synes bælgplanter således hverken at være bedre eller dårligere forfrugter for hvede end andre afgrøder.

Tabel 19. Bælgplanternes betydning i sædskiftet for angrebet af *Cercosporella*

	1955		1956		1957	
Sædskifte	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.	antal marker	procent ang.
Byg-bælgpl.-hvede.....	12	26.0	13	58.7	10	53.0
Byg-forskelligt[1]-hvede.	15	26.8	12	51.5	8	55.2

1. Hovedsagelig roer, kartofler og rajgræs.

B. Rhizoctonia solani

I 1955 og 1956 blev der på hveden af og til konstateret angreb af *R. solani*. Men først i 1957 blev angrebet registreret systematisk i en undersøgelse, der omfattede 51 hvedemarker.

Der blev dette år konstateret angreb af *Rhizoctonia* i 32 marker eller i 62,7 procent af de undersøgte marker. Det gennemsnitlige angreb i disse 32 marker var 4,0 procent. Angrebene på de enkelte strå var næsten altid overfladiske, og kun i enkelte tilfælde fandtes stærkt angrebne planter. Materialet er så lille, at det ikke giver grundlag for en sikker bedømmelse af de forskellige faktorers betydning for angrebet, men det tyder på, at byggens forekomst og placering i sædskiftet ingen indflydelse havde haft på angrebet af denne svamp i den efterfølgende hvedeafgrøde.

C. Ophiobolus

a. Hvede

Ved sammenligning af angrebet af *Ophiobolus* i hvede med angrebet i byg får man et indtryk af hvedens betydning for denne svamps forekomst. En sådan sammenligning er foretaget i tabel 22, og af denne fremgår, at angrebet i hvede var af praktisk taget samme omfang som angrebet i byg. Som nævnt under omtalen af *Cercosporella* må man erindre, at hvedens placering i sædskiftet oftest var efter grønjordshavre, hvilket var ensbetydende med, at der havde været mindst 2-3 bygfrie år forud for hveden. I over halvdelen af bygmarkerne var der derimod ingen bygfrie år forud, hvorfor man – såfremt de to arter var lige modtagelige for angreb – måtte have forventet et betydeligt kraftigere angreb i byggen, end tilfældet var. Man kan derfor

Tabel 22. Sammenligning af angrebet af *Ophiobolus* i hvede og byg i årene 1956 og 1957

	Hvede			Byg		
År	Antal marker	procent ang. i de ang. marker	procent marker med ang.	Antal marker	procent ang. i de ang. marker	procent marker med ang.
1956 . . .	187	1.9	27.8	18	4.7	66.7
1957 . . .	51	5.8	62.8	55	7.2	69.1

med ret stor sikkerhed konkludere, at hvede angribes stærkere end byg, hvorfor hveden må anses for den farligste afgrøde i marker, hvor der tidligere har været angreb af Ophiobolus.

b. Rug og havre

Som tidligere nævnt forekom rug så sjældent i de undersøgte sædskifter, at dens betydning for fodsygens forekomst ikke derudfra kunne belyses nærmere. Men et indtryk af rugens modtagelighed fås af resultaterne fra et afprøvningsforsøg med hvede- og bygsorter, hvor en enkelt rugsort og et par havresorter var medtaget. Forsøget blev udført med kunstig inokulation. Som det fremgår af tabel 23, forekom der et svagt angreb i rug, hvorfor man må antage, at den i nogen grad kan medvirke til vedligeholdelse af *Ophiobolus* i jorden.

Tabel 23. Inokulationsforsøg med *Ophiobolus* i hvede, byg, rug og havre 1956

Art	Antal planter	Procent angreb
Hvede.....	575	16.0
Byg.....	469	14.9
Rug.....	31	5.4
Havre.....	247	0.0

Havren blev derimod ikke angrebet, og man må derfor gå ud fra, at dens betydning for vedligeholdelsen af *Ophiobolus* i jorden er minimal. I alle tilfælde vil den sammenlignet med de øvrige kornarter være en heldig forfrugt for hvede og byg på jorder, hvor *Ophiobolus* forekommer.

c. Byg

1. Betydningen af bygfrie år

I mange år har man næst efter hvede anset byggen for den dårligste forfrugt for hvede på jord, hvor der var fare for angreb af *Ophiobolus*. Undersøgelsen her bekræfter fuldtud denne antagelse. I tabel 24 er materialet fra de tre år delt op i grupper efter antallet af bygfrie år forud for hveden. Der er et betydeligt fald i procent angrebne marker med stigende antal bygfrie år, hvilket

Tabel 24. Procent hvedemarker angrebet af *Ophiobolus* i sædskifter med stigende antal bygfrie år forud for hvede

Antal bygfrie år	1955 antal marker unders.	1955 procent mark ang.	1956 antal marker unders.	1956 procent mark ang.	1957 antal marker unders.	1957 procent mark ang.	Gennemsnit af 1955 og 1957 antal marker unders.	Gennemsnit af 1955 og 1957 procent mark ang.
0	9	55.6	10	20.0	2	50.0	21	38.1
1	27	22.2	25	44.4	18	77.8	70	44.3
2	41	22.0	29	31.0	14	0	84	21.4
3	75	6.7	89	23.2	9	0	166	14.5
4 o. derover	24	16.2	25	16.0	6	0	71	14.1
5 o. »	16	12.5	—	—	—	—	16	12.5

vil sige, at jo flere bygfrie år der har været forud for hveden, desto færre angrebne marker er der fundet. I samme tabel er anført gennemsnittet for de tre år. Man ser heraf, at der er lidt færre angrebne marker i den gruppe, hvor der ingen bygfrie år har været, end i den næste gruppe, hvor der har været et år mellem byg og hvede. Årsagen hertil er måske, at man som regel kun pløjer een gang, når hvede sås efter byg. Herved bringes de angrebne planterester ned i så stor dybde, at smitten af de unge hvedeplanter forsinkes så meget, at angrebet ikke når frem til rodkronen og dennes nærmeste omgivelser. Ved indsamlingen af stubmaterialet efter høst er rødderne skørnet så meget, at det selv med forsigtighed ikke er muligt at medtage mere end få centimeter af disse, af hvilken grund de sene angreb, d. v. s. angreb, der ikke er nået frem i nærheden af rodkronen, ikke har kunnet konstateres. Men da det af tabel 24 fremgår, at 1955 og 1956 har artet sig noget forskelligt med hensyn til angrebet i hvede med byg som forfrugt, bør der næppe tillægges det nævnte nogen større betydning, især da antallet af marker i disse grupper er så ringe, at tilfældighederne kan have spillet den væsentligste rolle for forskellen mellem de to år.

Af kolonnen længst til højre i tabel 24 ses, at procent angrebne marker aftager stærkt, når man går fra gruppen med et bygfrit år til gruppen med to bygfrie år forud for hveden. Det vil sige, at der sker en væsentlig udsultning af *Ophiobolus*, når der ikke dyrkes byg eller hvede inden for en periode af to år.

2. Betydningen af antallet af bygmarker i sædskiftet

I tabel 25 er materialet delt op i grupper med forskelligt antal bygafgrøder i en 4-års periode forud for hvede. Af tabellen fremgår, at der er en meget væsentlig stigning i procent angrebne marker fra gruppen uden bygafgrøder til gruppen med to bygafgrøder. Stigningen i procent angrebne marker sker hovedsagelig fra gruppen med 1 til gruppen med 2 bygafgrøder i 4-års perioden, hvilket vil sige, at der er betydelig større fare for et alvorligt angreb af *Ophiobolus* i hvede i tilfælde af 2 gange byg end i tilfælde med 1 gang byg i denne periode. Det ses af tallene fra de enkelte år, at 1957 afviger en del fra gennemsnittet, men da materialet er meget lille, er der næppe grund til at lægge større vægt på afvigelsen.

Tabel 25. Procent hvedemarker angrebet af *Ophiobolus* i sædskifter med forskelligt antal bygafgrøder i de nærmest foregående fire år

	1955		1956		1957		Gennemsnit af 1955—57	
Antal bygafgrøder	antal marker ialt	procent marker ang.	antal marker ialt	procent marker ang.	antal marker ialt	procent marker ang.	antal marker ialt	procent marker ang.
0.....	44	15.2	25	16.0	6	66.7	77	19.5
1.....	122	13.9	103	24.8	9	55.6	234	20.1
2.....	21	38.0	25	36.0	12	50.0	58	39.7

3. Undersøgelser i bygmarker

Som nævnt under omtalen af *Cercosporella* udtoges i 1956 og 1957 prøver i 73 bygmarker. Tabel 26 viser resultaterne af optællingen af *Ophiobolus* i disse marker.

Af tabellen ses, at ca. 70 procent af alle undersøgte marker var angrebet af *Ophiobolus*. I 1956 var der procentvis flere marker angrebet i gruppen med 1. års byg end i gruppen med 2. års byg, hvorimod sidstnævnte havde den højeste angrebsprocent. I 1957 var både procent angrebne marker og angrebsprocenten stigende fra 1. års byggen over 2. års byggen til 3. års byggen. Der skal gøres opmærksom på, at 1. års og 2. års bygmarkerne lå på de samme ejendomme, og at de 9 3. års byg-

Tabel 26. Angreb af *Ophiobolus* i bygmarker undersøgt i 1956 og 1957

1956	Antal marker undersøgt	Procent marker angrebet	Procent angreb i gens. af de ang. marker
1. års byg	9	77.8	3.8
2. års byg	9	55.6	6.0
1957			
1. års byg	23	60.9	5.6
2. års byg	23	69.6	7.1
3. års byg	9	88.9	11.7
Ialt	73	68.5	

marker lå på ejendomme, hvor også 1. og 2. års bygmarker blev undersøgt. Selv om der er tale om forholdsvis få marker, kan man ud fra undersøgelsen slutte, at *Ophiobolus* i hvert fald ikke dør ud ved kontinuerlig bygdyrkning. Det ser ud til, hvad der dog ikke er større statistisk sikkerhed for, at byggen ikke blot vedligeholder svampen, men opformerer den således, at angrebet tiltager i omfang fra år til år.

d. Andre afgrøder

Med byggens dominerende indflydelse på forekomsten af *Ophiobolus* bliver det også her vanskeligt at undersøge andre afgrøders indflydelse, idet de sædskifter, man ønsker at sammenligne, må forholde sig fuldstændig ens med hensyn til byg. Sådanne sædskifter er vanskelige at finde, fordi en ændring i dette også vil medføre en ændring i antallet og placeringen af bygmarkerne. Og på grund af det begrænsede materiale er det kun i få tilfælde muligt at sammenligne betydningen af andre afgrøder med betydningen af byg som forfrugt.

Følgende to sædskifter kan sammenlignes:

byg–byg–græs–græs–havre–hvede
roer–byg–græs–græs–havre–hvede.

I det ene tilfælde er der byg to gange forud for græs, medens der i det andet kun er byg en gang, idet den første bygmark er ombyttet med en roemark. I tabel 27 ses, at der både i 1955 og i

Tabel 27. Procent angreb af *Ophiobolus* i to forskellige sædskiftetyper

Afgrøde	Antal marker ialt	Antal marker ang.	Procent marker ang.	Gens. ang. i de ang. marker
1955				
Byg-byg-græs-græs-havre-hvede	14	1	7.1	0.2
Roer-byg-græs-græs-havre-hvede	40	1	2.5	0.4
1956				
Byg-byg-græs-græs-havre-hvede	18	6	33.3	0.6
Roer-byg-græs-græs-havre-hvede	36	7	19.4	1.0
Gennemsnit af 1955—56				
Byg-byg-græs-græs-havre-hvede	32	7	21.9	
Roer-byg-græs-græs-havre-hvede	76	8	10.5	

1956 var flere marker angrebet, når der forud for udlægsbyggen havde været byg i stedet for roer.

Til trods for den store afstand i tid mellem hvede og henholdsvis byg og roer har der tilsyneladende været en forskel i de to afgrøders indflydelse på omfanget af angrebet i den undersøgte hvede, idet hveden i de sædskifter, hvori roerne indgik, har været mindre angrebet end i de sædskifter, hvor der indgik byg.

I tabel 28 er foretaget en sammenligning af to sædskiftetyper, hvor hvede følger efter grønjordshavre, men grønjorden har her ligget i henholdsvis et og to år, og udlægget blev foretaget i byg. Af tabellen ses, at der var betydeligt færre angrebne hvedemarker, hvor byggen blev efterfulgt af 2-års græs, end hvor den

Tabel 28. Indflydelsen af henholdsvis 1 og 2 års græs på angrebet af *Ophiobolus* på hvede

	Antal marker ialt	Antal marker ang.	Procent marker ang.	Gens. ang. i de ang. marker
1955				
Byg-græs-græs-havre-hvede	54	2	3.7	0.3
Byg-græs-havre-hvede	21	8	38.1	1.2
1956				
Byg-græs-græs-havre-hvede	54	13	24.1	0.8
Byg-græs-havre-hvede	17	5	29.4	1.7
Gens. af 1955—56				
Byg-græs-græs-havre-hvede	108	15	13.9	
Byg-græs-havre-hvede	38	13	34.2	

kun blev efterfulgt af 1-års græs. Græssets evne til at holde svampen i live har altså været langt svagere end byggens.

I materialet findes der 35 sædskifter, hvor afgrøderækkefølgen har været: byg–bælgplanter–hvede, og 35 tilfælde med rækkefølgen: byg–forskelligt–hvede, hvor »forskelligt« hovedsagelig dækker over roer, kartofler og rajgræs. I 16 af de 35 marker, hvor forskellige bælgplanter var forfrugt for hvede, blev der fundet angreb af *Ophiobolus*, medens der i den anden gruppe blev fundet angreb i 15 marker, altså praktisk taget lige mange i de to grupper. Hvis bælgplanter (frøkløver, ærter m.m.) havde udmærket sig som forfrugter enten i heldig eller uheldig retning, ville det uden tvivl have givet sig til kende her.

V. Diskussion

Resultaterne fra denne undersøgelse viser, at angreb af *Cercosporella* forekommer langt hyppigere på Sjælland og Falster end angreb af *Ophiobolus*. Også i de enkelte marker er det procentvise angreb langt større for *Cercosporellas* vedkommende. Hertil skal dog anføres, at symptomerne på angreb af *Cercosporella* findes på de nederste strådele over jordoverfladen, hvor de forholdsvis let lader sig konstatere, og de fundne procenttal for angreb af *Cercosporella* er derfor ret sikre. Hos *Ophiobolus* derimod findes symptomerne på rødderne. For at man kan bestemme, om der er angreb eller ikke, må der foretages en grundig, men forsigtig afvaskning af rødderne, og selv da kan svage angreb være vanskelige at erkende. Endvidere kan man allerede ved opgravningen af stubbene have mistet de svagt angrebne rødder. Disse forhold kan have medført, at det fundne angreb af *Ophiobolus* var lidt for lavt.

Som det fremgår af afsnittene om svampenes biologi, er der en væsentlig forskel på smittespredningen hos de to svampe. Angrebet af *Cercosporella* spredes ved hjælp af sporer, medens *Ophiobolus* spredes ved at vokse langs rødderne fra plante til plante. Dette medfører, at angreb af *Ophiobolus* som regel forekommer i pletter, og kun ved meget kraftige angreb findes angrebet over hele marken, medens angreb af *Cercosporella* som regel forekommer jævnt fordelt, selv når angrebet er svagt. Den

uensartede fordeling af angrebet af *Ophiobolus* gør, at usikkerheden ved prøveudtagningen bliver større for denne end for *Cercosporella*.

Selv om der således har været flere faktorer, der kan have virket i retning af, at tallene for angreb af *Ophiobolus* er blevet lidt for lave, lader undersøgelsen dog ingen tvivl om, at *Cercosporella* er langt mere udbredt end *Ophiobolus* i det undersøgte område.

Den store forskel i udbredelsen kan skyldes forskellige faktorer, hvoraf de vigtigste nævnes i det følgende.

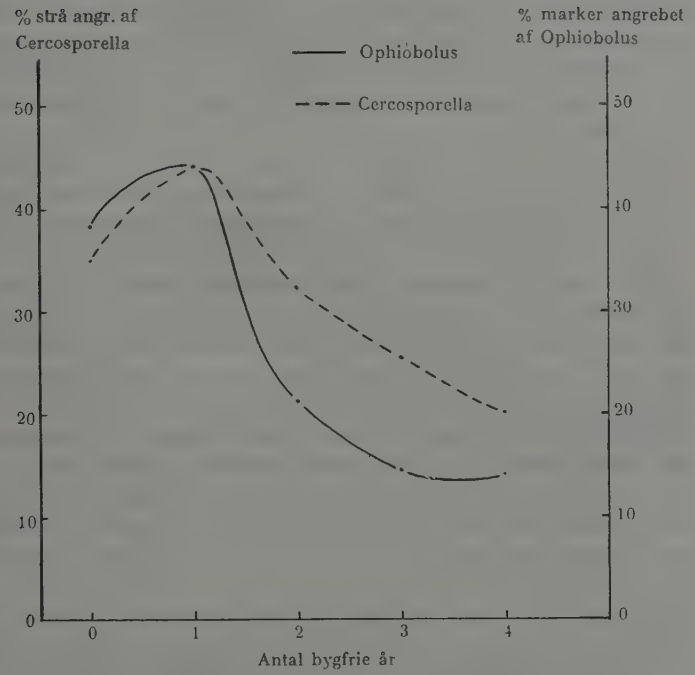

Fig. 6. Angrebet af *Cercosporella* og *Ophiobolus* i hvedemarker med forskelligt antal bygfrie år forud for hvede (gens. af 3 år). Kurverne viser, at angrebet af *Ophiobolus* falder hurtigere end angrebet af *Cercosporella*, når antallet af bygfrie år øges.

Der kræves ikke lige lang tid til udsultning af de to svampe Glynne (1957), hvilket også fremgår af tabel 15 og tabel 24 samt af fig. 6. Disse tal viser, at angrebet af *Cercosporella* aftager jævnt over en længere årrække, medens der sker et forholdsvis stærkt fald i angrebet af *Ophiobolus* fra 1. til 2. år efter en bygafgrøde.

Forskellen i smittespredning må også anses for at være af betydning for de to svampes udbredelse. *Cercosporella* spredes ved hjælp af sporer, hvorfor der uden direkte kontakt kan ske smitte fra angrebne planterester til unge planter. Hos *Ophiobolus* derimod sker smitteoverførelsen kun, når de unge planters rødder kommer i direkte kontakt med angrebne planterester. En given mængde smittemateriale hos *Cercosporella* vil derfor have mulighed for at inficere planterne på et større område end en tilsvarende mængde af *Ophiobolus*. Ligeledes foregår den sekundære smitte af *Cercosporella* over større afstande end af *Ophiobolus*.

Endelig må jordtypen nævnes i denne forbindelse, idet den ret svære lerjord, hvorpå denne undersøgelse er udført, er særlig yndet af *Cercosporella*, medens *Ophiobolus* foretrækker den lettere jord.

Forekomsten af *Ophiobolus* var hyppigere i bygmarkerne end i hvedemarkerne. Årsagen hertil må søges i det forhold, at hveden som regel følger efter grønjordshavre, hvilket er ensbetydende med, at der har været 2–3 bygfrie år forud for hvede. Forud for byggen var der derimod oftest kun 0–1 byg- eller hvedefrit år.

Dette forhold må også have påvirket angrebet af *Cercosporella*, men trods det var angrebet alligevel stærkere i hveden end i byggen. Vækstsæsonens længde spiller nemlig en stor rolle for angrebet af denne svamp på grund af dens ringe vækshastighed, hvorfor man altid må vente at få de stærkeste angreb i vintersæden.

RESUMÉ

I årene 1955-57 blev der på Sjælland og Falster udtaget prøver i 447 hvedemarker og 73 bygmarker, hvori angrebet af *Cercosporella herpotrichoides* Fron, *Ophiobolus graminis Sacc*,. og

Rhizoctonia solani Kühn blev optalt. Angreb af *Cercosporella* blev konstateret i praktisk taget alle prøver, medens angreb af *Ophiobolus* kun blev fundet i ca. 25 procent af prøverne. Kun i de 51 prøver udtaget i 1957 blev resultatet opgjort for *Rhizoctonia*, og af disse blev der fundet angreb i 63 procent.

Det gennemsnitlige angreb af *Ophiobolus* i hvede lå de tre år mellem 0,3 og 4 procent, medens angrebet af *Cercosporella* varierede ret stærkt, idet det gennemsnitlige angreb i 1955 var på 20 procent og i de to følgende år på ca. 40 procent. Det gennemsnitlige angreb af *Rhizoctonia* i de undersøgte marker i 1957 var på 2,5 procent.

Undersøgelsen viste, at tidlig såning, stærk buskning af hveden om efteråret, store mængder kvælstofgødning og tidlig udbringning af denne havde virket fremmende på angrebet af *Cercosporella*. Store mængder fosforsyre- og kaligødning synes i visse tilfælde at have virket begrænsende på angrebet, hvorimod der ikke kunne spores nogen virkning af jordtype og hvedesort.

Sædskifteundersøgelsen viste, at antallet af bygfrie år forud for hvede spiller en afgørende rolle for angrebet af *Cercosporella* og *Ophiobolus*. Når antallet af bygfrie år forud for hvede øges, sker der et jævnt fald i angrebet af *Cercosporella*, medens angrebet af *Ophiobolus* aftager forholdsvis stærkt, når antallet af bygfrie år forøges fra et til to, hvilket viser, at *Ophiobolus* udsultes hurtigere end *Cercosporella*.

Angrebet af *Cercosporella* var stærkere i hvede end i byg, medens det omvendte var tilfældet med angrebet af *Ophiobolus*.

Undersøgelser i 1., 2. og 3. års byg viste, at angrebet af *Ophiobolus* tiltager, når der dyrkes byg flere år efter hinanden, hvorimod angrebet af *Cercosporella* er svagt faldende fra 1. års byg til 3. års byg.

Med hensyn til forekomsten af *Rhizoctonia* kunne der ikke konstateres nogen virkning af byggens forskellige placering i sædskiftet, men da angrebet af denne svamp kun blev undersøgt i forholdsvis få marker, kan der ikke drages sikre konklusioner ud fra dette materiale.

Antallet af hvede- og bygafgrøder og deres placering i sædskiftet er de faktorer, der mest afgørende influerer på angrebet

af *Cercosporella* og *Ophiobolus*. Derimod synes havren at være indifferent.

Der kunne ikke konstateres nogen forskel i virkningen af bælgplanter på den ene side og roer, kartofler og rajgræs på den anden med hensyn til angrebet i en efterfølgende hvedeafgrøde.

I hvede efter grønjordshavre var der et betydeligt svagere angreb af *Cercosporella* og *Ophiobolus* efter 2-års græs, end efter 1-års græs.

SUMMARY

THE EFFECT OF CROP ROTATION AND CULTURAL TREATMENT ON THE OCCURENCE OF EYESPOT AND TAKE ALL

A Survey on the Islands of Zealand and Falster (1955-57)

In the years 1955-57, samples – each of which comprised 200 straws – were taken from 447 wheat fields and 73 barley fields, in which were counted the occurrences of eyespot *(Cercosporella herpotrichoides* Fron), take all *(Ophiobolus graminis Sacc.)*, and 51 wheat fields were examinated for *Rhizoctonia solani* Kühn. Eyespot was found to be present in almost every sample, whereas take all was found in only approximately 25 per cent, of the samples. As regards *Rhizoctonia,* the only material handled were the 51 samples taken in 1957, the result obtained from these showing 63 per cent. being contaminated.

On an average, the take all occurrence in wheat during the three years of investigation was between 0,3 and 4 per cent., whereas the occurrence of eyespot varied a great deal, the average occurrence in 1955 being 20 per cent., and in each af the following two years approximately 40 per cent. In 1957, the incidence of *Rhizoctonia* in the examined fields was, on an average, 2.5 per cent.

The investigation showed the following factors to have advanced the incidence of eysspot: early sowing, heavy tillering of the wheat in the autumn, large amounts of nitrogen, and an early application of the latter. The application of large amounts of phosphate and potash in some cases seemed to have restricted the incidence of eyespot; the type of soil, and the variety of wheat in question did not, however, appear to have been of any consequence as regards this fungus.

The crop rotation investigation revealed that, in respect of wheat, the number of previous barley-free years is of major importance for the incidence of eyespot and take all. If the number of barley-free years prior to wheat is increased, the eyespot occurrence will decrease gradually, whereas the occurrence of take all will decrease rather heavily in the case of two barley-free years previous to wheat. Thus, take all is starved out more quickly than eyespot.

The incidence of eyespot was heavier in wheat than in barley, the opposite being the case with take all.

Investigations in first-year, second-year, and third-year barley showed an increasing occurrence of take all in successive barley crops, whereas a slight downward trend was noted in the eyespot occurrence from first-year to third-year barley.

As regards *Rhizoctonia,* different placing of barley in the crop rotation yielded no result one way or the other. As, however, the incidence of this fungus was investigated in comparatively few fields, no certain conclusions can be drawn from this material.

The most important factors influencing the incidence of eyespot and take all are the number of wheat and barley fields, and the place they occupy in the rotation. Oats appear to be indifferent.

So far as the incidence of eyespot and take all in a succeeding wheat crop is concerned, no difference could be ascertained in the effect of leguminous plants on the one hand, and root crops, potato crops, and rye-grass on the other hand.

In the rotation barley/grass/grass/oats/wheat, the incidence of eyespot and take all in the wheat was considerably lower than in the case of the rotation barley/grass/oats/wheat.

VIGTIGSTE LITTERATUR VEDRØRENDE DET OMHANDLEDE EMNE

Blair, I. D.: Behaviour of the fungus Rhizoctonia solani Kühn in the soil. Ann. Appl. Biol. 30:118–127, 1943.

Bockmann, H.: Untersuchung über die Schadwirkung von Cercosporella herpotrichoides Fron an Getreide. Arbeiten B.R.A. 21:625–634, 1936.

Butler, F. C.: Saprohytic behaviour of some cereal root-rot fungi. Ann. Appl. Biol. 40:284–311, 1953.

Garrett, S. D.: Biology of root-infecting fungi. Cambridge University Press, 1956.

Glynne, M. D.: Eyespot of wheat and barley in Scotland in 1944. Ann. Appl. Biol. 33:35, 1946.

Glynne, M. D.: Effects of cultural treatments on wheat and on the incidence of eyespot, lodging, take-all and weeds. Ann. Appl. Biol. 38:665–688, 1951.

Glynne, M. D.: Eyespot and take-all of wheat and barley. Agr. Rev. 2:10–15, 1957.

Glynne, M. D. and *Moore, F. J.:* Effect of previous crops on the incidence of eyespot on winter wheat. Ann. Appl. Biol. 36:341–351, 1949.

Gram, E.: Forsøg med korndyrkning og fodsyge. Tidsskr. planteavl 43:561–605, 1938.

Hansen, H. R.: Om fodsyge hos korn på grundlag af udenlandske undersøgelser. Tidsskr. planteavl 43:630–645, 1938.

Kirby, R. S.: The take-all disease of cereals and grasses caused by Ophiobolus cariceti (Berkely and Broome) Saccardo. Cornell University Agric. Exp. St. Memoir 88:1–45, 1924.

Müller–Kögler, E.: Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit des Getreides und den Wirtspflanzenkreis ihres Erregers. Arbeiten B.R.A. 22:270–317, 1939.

Sprague, R.: Cercosporella herpotrichoides Fron, the cause of the Columbia Basin foot rot of winter Wheat. Science, n.s. 74:51–53, 1931.

Sprague, R. and *Fellows, H.:* Cercosporella foot rot of winter cereals. Tech. Bull. U.S.Dep. Agric. no. 428:1–24, 1934.

Storey, I. F.: Observation on take-all and eyespot diseases of wheat in Yorkshire. Ann. Appl. Biol. 34:546, 1947.

Månedsoversigt over vejrforholdene. Det danske meteorologiske institut, København.

Plantesygdomme i Danmark, årsoversigter. Statens plantepatologiske forsøg, Lyngby.

Tabel I. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og såtid. 1955

Såtid	Antal marker	Gens. ang.	Procent angreb 0–10	10,1–20	20,1–30	30,1–50	50,1–
			procent marker				
Før 21/9	53	20.9	35.8	30.2	11.3	9.4	13.2
21/9–30/9	80	21.4	40.0	23.8	12.5	8.8	15.0
Efter 30/9	65	14.0	63.1	16.9	4.6	7.7	7.7

Tabel II. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og såtid. 1956 og 1957.

Såtid	Antal marker	Gens. ang.	Procent angreb 0–22.4	22.5–42.4	42.5–62.4	62.5
1956			procent marker			
Før 21/9	124	40.7	27.4	28.2	25.0	19.4
21/9–30/9	45	35.8	28.9	33.3	26.7	11.1
Efter 30/9	11	30.5	36.4	27.3	27.3	9.1
1957						
Før 21/9	26	39.4	30.8	34.6	15.4	19.2
21/9–30/9	20	39.2	35.0	15.0	25.0	25.0
Efter 30/9	4	25.4	50.0	50.0		

Tabel III. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og plantebestand. 1955

Karakter	Antal marker	Gens. ang.	Procent angreb 0–10	10.1–20	20.1–30	30.1–50	50.1–
			procent marker				
1—6	21	15.0	57.1	19.0	4.8	9.5	9.5
7	59	18.7	42.4	32.2	8.5	5.1	11.9
8	63	18.0	50.8	19.0	11.1	9.5	9.5
9—10	56	20.8	44.6	19.6	11.1	11.1	14.3

Tabel IV. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og plantebestand. 1956 og 1957

Karakter	Antal	Gens.	Procent angreb			
1956	marker	ang.	0–22.4	22.5–42.4	42.5–62.4	62.5–
1—6	26	22.0	57.7	30.8	11.5	0
7	52	30.8	31.4	36.5	25.0	7.7
8	64	42.5	23.4	26.6	28.1	21.9
9—10	40	46.2	15.0	27.5	32.5	25.0
1957						
1—6	6	36.4	50.0	16.7	0	33.3
7	14	35.9	21.4	35.7	28.6	14.3
8	7	43.2	42.9	14.3	14.3	28.6
9—10	19	42.6	26.3	31.6	26.3	15.8

Tabel V. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og tilført salpeter. 1955

kg salpeter pr. ha	Antal marker	Gens. ang.	Procent angreb 0–10	10.1–20	20.1–30	30.1–50	50.1–
				procent marker			
0—299	37	18.5	51.5	21.2	6.1	9.1	12.1
300—399	42	18.8	51.2	16.3	16.3	4.7	11.6
400—499	49	18.2	51.0	18.4	8.2	10.2	12.2
500—599	39	17.1	42.2	24.4	11.1	15.6	6.7
Over 600	38	24.0	37.5	31.3	6.3	3.1	21.9

Tabel VI. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og tilført salpeter. 1956 og 1957

kg salpeter pr. ha	Antal marker	Gens. ang.	Procent angreb 0–22.4	22.5–42.4	42.5–62.4	62.5
1956				procent marker		
0—299	31	35.3	36.7	20.0	33.3	10.0
300—399	45	31.2	38.3	36.2	19.1	6.4
400—499	56	41.9	17.9	37.5	28.6	16.1
500—599	20	49.9	15.8	15.8	31.6	36.8
Over 600	16	48.9	11.1	22.2	33.3	33.3
1957						
0—299	4	31.0	50.0	0	50.0	0
300—399	6	38.9	33.3	33.3	16.7	16.7
400—499	14	34.5	42.9	21.4	21.4	14.3
500—599	10	33.9	30.0	50.0	10.0	10.0
Over 600	19	46.9	21.1	26.3	15.8	36.8

Tabel VII. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og tidspunkt for tilførsel af salpeter. 1956 og 1957

Udbringningstid	Antal marker	Gens. ang.	Procent angreb 0–22.4	22.5–42.4	42.5–62.4	62.5–100
		procent		procent marker		
Før $^{21}/_{4}$	16	51.6	18.8	18.8	18.8	43.8
$^{21}/_{4}$–$^{30}/_{4}$	32	42.6	28.1	21.9	25.0	25.0
$^{1}/_{5}$–$^{10}/_{5}$	53	39.8	17.0	34.0	37.7	11.3
Efter $^{10}/_{5}$	18	33.2	38.9	33.3	16.7	11.1
Før $^{21}/_{4}$	17	41.4	23.5	41.2	5.9	29.4
$^{21}/_{4}$–$^{30}/_{4}$	12	43.1	25.0	25.0	33.3	16.7
$^{1}/_{5}$–$^{10}/_{5}$	16	33.1	50.0	25.0	12.5	12.5
Efter $^{10}/_{5}$	3	30.3	33.3	33.3	33.3	0

Tabel VIII. Procent angreb af *Cercosporella* ved forskellige mængder kali og superfosfat

kg kali pr. ha	kg superfosfat pr. ha: 0 ant. marker	0 procent ang.	1—200 ant. marker	1—200 procent ang.	over 200 ant. marker	over 200 procent ang.	Antal marker ialt	Procent ang. i gens.
1955								
0	34	24.6	9	7.3	10	18.8	53	20.6
1—250			65	21.2	61	17.6	126	19.4
Over 250	1	6.5	2	34.6	23	14.4	26	15.6
Gens.	35	24.1	76	19.9	94	16.9	205	19.3
1956								
0	28	34.9	15	32.4	10	47.4	53	36.5
0—250			54	37.3	47	44.6	101	41.0
Over 250					14	38.5	14	38.5
Gens.	28	34.9	69	36.6	71	43.9	168	39.4

Tabel IX. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og antal bygfrie år forud for hveden. 1955

Ant. bygfrie år forud for hveden	Antal marker	Gens. ang. procent	Procent angreb: 0–10	10.1–20	20.1–30	30.1–50	50.1–100
				procent marker			
0	9	21.5	44.4	22.2	0	11.1	22.2
1	27	26.4	40.7	15.8	11.1	7.4	25.9
2	41	25.1	41.5	17.1	9.8	12.2	19.5
3	75	16.8	50.7	24.0	12.0	2.7	10.7
4	24	14.7	54.2	20.8	4.2	20.8	0
Mere end 4	16	10.8	50.0	43.8	6.2	0	0

Tabel X. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og antal bygfrie år forud for hveden. 1956 og 1957

Antal bygfrie år forud for hveden 1956	Antal marker	Gens. ang. procent	Procent angreb: 0–22.4	22.5–42.4	42.5–62.4	62.5–100
				procent marker		
0	10	42.3	30.0	20.0	40.0	10.0
1	25	55.2	8.0	24.0	28.0	40.0
2	29	41.6	20.7	20.7	41.4	17.2
3	81	34.2	32.1	35.8	22.2	9.8
Mere end 3	25	27.4	40.0	32.0	8.0	12.0

Antal bygfrie år forud for hveden 1957	Antal marker	Gens. ang. procent	Procent angreb 0-22.4	22.5-42.4	42.5-62.4	62.5-100
			procent marker			
0	2	59.3		50.0		50.0
1	18	54.0	11.1	27.8	22.2	38.9
2	14	34.6	35.7	28.6	21.4	14.3
3	9	25.7	55.6	11.1	33.3	0
Mere end 3	6	13.5	66.7	33.3	0	0

Tabel XI. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og antal bygafgrøder i de 4 forudgående år. 1955

Antal bygafgrøder	Antal marker	Gens. ang. procent	Procent angreb 0–10	10.1–20	20.1–30	30.1–50	50.1–100
			procent marker				
0	46	13.6	50.0	30.4	6.5	13.0	0
1	122	19.7	48.4	22.1	10.6	3.3	15.6
2 eller flere	21	26.4	42.9	9.5	4.8	19.0	23.8

Tabel XII. Hvedemarker opdelt efter procent angreb af *Cercosporella* og antal bygafgrøder i de 4 forudgående år. 1956 og 1957

Antal bygafgrøder	Antal marker	Gens. ang. procent	Procent angreb 0–22.4	22.5–42.4	42.5–62.4	62.5–100
1956			procent marker			
0	25	27.7	48.0	32.0	8.0	12.0
1	103	34.7	32.0	32.0	26.2	9.7
2 eller flere	25	50.7	8.0	24.0	40.0	28.0
1957						
0	6	13.5	66.7	33.3	0	0
1	12	27.8	50.0	16.7	33.3	0
2 eller flere	11	49.2	18.2	36.4	9.1	36.4

Maleinhydrazid som spirehæmmende middel for kartofler

Ved Frode Hansen (†)

603. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I årene 1952–1957 er der ved forsøgsstationerne ved Jyndevad, Studsgaard og Tylstrup udført forsøg med Maleinhydrazid som spirehæmmende middel for kartofler og dermed sammenhørende undersøgelser over stoffets virkning på spirernes udvikling. Beretning om resultaterne af disse forsøg og undersøgelser er udarbejdet af forstander *Frode Hansen*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Beretningen omfatter følgende afsnit:

		Side
I.	Indledning	418
II.	Orienterende forsøg ved Studsgaard 1952-54	421
	a. Sprøjtning af forskellige sorter med forskellige koncentrationer af MH-opløsning	421
	b. Fungicider blandet i MH-opløsning	425
III.	Udbytteforsøg, opbevaringsforsøg og kvalitetsundersøgelser ved Studsgaard 1953-57, Jyndevad og Tylstrup 1954-57	427
	a. Forsøgsplan	427
	b. Forsøgsarbejdets udførelse og kartoflernes udvikling i marken	429
	c. Markforsøgenes resultater	429
	d. Opbevaringsforsøg	431
	e. Kvalitetsundersøgelser	432
IV.	Spiringsundersøgelser	433
	a. Spiring og spirehæmning	433
	b. Spirernes udseende og udvikling	437
	c. Antal spirer pr. knold	438
V.	Oversigt	442
VI.	Summary	446
VII.	Litteraturfortegnelse	447

I. Indledning

Anvendelse af spirehæmmende midler til spisekartofler har i de senere år fundet nogen udbredelse i en række kartoffeldyrkende lande, og med stoffer, der egner sig til denne anvendelse, er der udført en lang række undersøgelser.

Den almindelig anvendte fremgangsmåde er en opblanding af de pågældende stoffer i et inaktivt bærestof til et pudder, som under anvendelsen fordeles på kartoflerne. En ulempe ved anvendelsen af disse stoffer er, at de ofte forsinker eller forhindrer dannelsen af sårkork (1, 21), og at de dermed giver mulighed for stærkere indfektion i sårene (3, 21) navnlig under dårlige opbevaringsforhold (8), således at den gevinst, man opnår ved et mindre opbevaringstab som følge af mindre eller ingen spiring, kan sættes til ved et større råddenskabstab.

Ved arbejde med plantevækststoffer blev iagttaget, at nogle af disse kunne have en spirehæmmende virkning på knolde fra behandlede kartoffelplanter (2, 11, 13). Bedst egnet blandt stoffer af denne type syntes triklorfenoxyacetat at være, men virkningen var for usikker, og ved tidlig sprøjtning var det vanskeligt at undgå ødelæggelser af toppen (2, 4, 5).

I 1949 fremkom meddelelse om nogle virkninger på voksende planter af Maleinhydrazid[1], 1,2 – dehydro – 3,6 – pyridazinedione (20), der anvendes som natrium- eller diætanolaminsalt. Dette stof, der blev bragt på markedet af United States Rubber International Corporation, Naugatuch Chemical Devision, New York, vakte straks stor opmærksomhed. En oversigt udsendt i 1953 over – væsentlig amerikanske - forsøgs- og undersøgelsesararbejder indeholder 77 referater af beretninger udsendt siden 1. februar 1952 (22) om mange forskellige muligheder for anvendelse af MH, ukrudtsbekæmpelse, vækstregulering, spirehæmning m.fl., og hele dette undersøgelsesarbejde tjente til at afgrænse stoffets anvendelsesområde. Ifølge de indvundne erfaringer har anvendelsen til ukrudtsbekæmpelse ikke fået nogen væsentlig betydning. Det har været anvendt til vækshæmning af græs på sportspladser og græsplæner, idet det hos nogle græsarter er i stand til at svække internodiernes længdevækst og at give plan-

1. Sædvanlig og også i nærværende beretning anvendes forkortelsen MH.

terne krybende vækst. En lignende anvendelse er forsøgt ved sprøjtning af græsplæner, vejgrøfter o.l. steder, og i nogle tilfælde har man fundet, i andre tilfælde ikke fundet nogen væsentlig indflydelse på væksten af de græsser og ukrudtsplanter, der er almindelige på disse steder.

Interessen har efterhånden samlet sig om anvendelse til spirehæmning hos løg, rodknolde og kartofler, idet den voksende plante sprøjtes med en vandig opløsning af stoffet, som derefter virker på de vegetative formeringsorganer. De første undersøgelser over anvendelsen til kartofler blev udført ved Cornell University (10, 11, 12, 14).

Disse undersøgelser trak straks nogle hovedlinier op for virkningen af MH på kartoffelplantens vækst, knoldenes spiring og deres forhold under opbevaringen iøvrigt, og de således indhentede oplysninger er senere suppleret gennem en lang række forsøg og undersøgelser. Litteraturfortegnelsen s. 31 indeholder kun et uddrag af beretninger om disse arbejder, som belyser de forskellige sider af de virkninger, MH udøver på kartoffelplantens vækst og på knoldenes spiring og brugsværdi.

Tidlig sprøjtning med for stor koncentration af MH giver svage planter med klorotiske og krøllede blade, som kan minde om bladrullesyge (6, 10). Knoldene bliver små, misdannede og udbyttet nedsat, navnlig udbyttet af knolde i den størrelsesgruppe, der er egnet for anvendelse til spisekartofler. I knoldenes skind og bark kan forekomme revner, som er netformet fordelt over overfladen (6). Der synes at være en mulighed for, at en meget lille mængde MH givet tidligt i vækstperioden kan give forøget udbytte (15), ligesom sprøjtning med lav koncentration få dage før optagning kan stimulere spiringen og forøge udbyttet af den følgende afgrøde (20).

For at undgå misdannede knolde og nedsættelse af udbyttet er det vigtigt, at der ikke sprøjtes for tidligt, og at der vælges en ikke for stor koncentration i sprøjtevædsken eller mængde pr. ha af MH. Der er udført et stort antal forsøg med disse forhold, og de fleste stemmer overens deri, at der, når sprøjtningen ikke udføres tidligere end 2-3 måneder efter lægning eller ved afsluttende blomstring (6, 7, 10, 11, 16, 18), opnås fuldt udbytte af god kvalitet. I engelske forsøg (21) har dog en sprøjtning, før

væksten af knoldene var afsluttet, nedsat udbyttet i forhold til den tilvækst, der ville have været, hvis der ikke var sprøjtet.

Ved sprøjtning efter det tidspunkt, da denne ikke nedsætter udbyttet, og indtil 2–6 uger før naturlig nedvisning, dræbning af toppen med kemikalier eller topknusning, har man ved de fleste udførte undersøgelser fået en hæmning af spiringen ved anvendelse af 0,1–0,25 pct. MH i sprøjtevædsken og 1000–1500 l sprøjtevædske pr. ha eller så meget, at vædsken drypper af toppen, når der er tilsat et befugtningsmiddel eller klæbemiddel (4, 7, 11, 16, 18, 21). I nogle tilfælde, bl. a. i svenske forsøg, har man fået bedre virkning af 5 kg end af 2,5 kg MH pr. ha, og i nogle tilfælde har en udsættelse af tidspunktet for sprøjtning nødvendiggjort stigende mængde eller koncentration af MH for at få en tilfredsstillende spirehæmning (11, 16).

Medens man således har fundet en spirehæmmende virkning af MH, når den sprøjtes på toppen, har man ikke fundet nogen tilfredsstillende virkning af et med MH fremstillet pudder anvendt på knoldene, af en opløsning med indtil 0,25 pct. MH eller af en neddypning af knoldene i en sådan opløsning (5, 6, 15).

Efter en rigtig udført behandling af planterne med MH, er der i de fleste tilfælde ikke konstateret nogen indflydelse på kartoflernes gennemsnitlige tørstofindhold eller vægtfylde (7, 9, 10), men vægtfylden i de samme størrelsesgrupper af kartoflerne er større i MH-behandlede kartofler end i ubehandlede (19). Udkogning og mørkfarvning efter kogning ændres ikke ved MH-behandlingen (10, 12) lige så lidt som smagen (3, 12, 15). Indholdet af C-vitamin og aminosyrekvælstof har ligeledes været uændret i normale knolde og ved normalt udbytte, medens for tidligt behandlede kartofler eller anvendelse af for store mængder MH kunne give lavere tørstofindhold, lavere indhold af C-vitamin og afvigende (højere eller lavere) indhold af aminosyrekvælstof (6). Ved dyreforsøg er der ikke konstateret nogen skadelig virkning af MH-behandling på dyrenes sundhedstilstand (6).

Ved opbevaring under forhold, der giver stærk spiring, vil en spirehæmning give nedsættelse af vægttabet, og under sådanne forhold har man også fundet et nedsat vægttab ved opbevaring af kartofler fra planter behandlet med MH (6, 7, 10, 21). Det er dog ikke i alle tilfælde, man har fundet nedsat vægttab (4), og

dette kunne være udtryk for, at behandlingen i sig selv har forårsaget et tab (7). Denne forøgelse af vægttabet, der er af forskellig størrelse for forskellige sorter, kunne skyldes forøgelse af fordampningen af vand, forøgelse af åndingen eller begge dele (21). En stærkere fordampning af vand kunne være forårsaget af revner i skindet og barken (6).

Indholdet af reducerende sukker og sukrose efter opbevaring kan være nedsat ved behandlingen med MH (16), medens der i andre tilfælde angives uændret indhold af reducerende sukker (9, 16, 17). Tabet af stivelse og C-vitamin under opbevaringen blev nedsat som følge af spirehæmningen (6).

I henhold til de oplysninger, der således indløb om virkningen af MH, er der efterhånden udført forsøg til belysning af mulighederne for at indarbejde anvendelsen af stoffet under danske forhold, idet der ved Studsgaard i årene 1952 og 1953 udførtes nogle orienterende forsøg og derefter blev udarbejdet planer for en mere omfattende forsøgsrække udført ved Jyndevad, Studsgaard og Tylstrup. Resultaterne af disse forsøg skal forelægges i det følgende:

II. Orienterende forsøg ved Studsgaard i 1952-1954

A. SPRØJTNING AF FORSKELLIGE SORTER MED FORSKELLIGE KONCENTRATIONER AF MH-OPLØSNING

Et 210 m² stort areal med forskellige kartoffelsorter deltes i 4 parceller med 3 rækker i hver, hvoraf de 2 sprøjtedes med 1000 liter pr. ha af nedenstående opløsninger. Den 3. række var værnerække mellem koncentrationerne.

a. Uden MH
b. 0,07 pct. MH
c. 0,20 – –
d. 0,30 – –

Sprøjtningen blev udført den 23. august. Der var 2 parceller med Dianella, og den ene af disse blev sprøjtet den 9. september.

Ved sprøjtningen var det tørt vejr og solskin. I nedenstående oversigt anføres sortsnavne, bedømmelse af bladenes farve, bladfald og angreb af kartoffelskimmel.

	pct. gule blade	pct. blade m. skimmel	pct. af bladene ødelagt af kartoffelskimmel		
		$^{23}/_{8}$	$^{30}/_{8}$	$^{15}/_{9}$	$^{4}/_{10}$
Robusta	10[1]	2	15	20	85
Alpha	35	5	60	87	100
Dianella I	50	15	55	82	100
Dianella II	75[2]	—	—	—	—
Voran	70	15	75	92	100
Up to date	75	35	85	89	100

1. Med en del blomster. 2. Ved sprøjtning d. 9. september.

Kartoflerne blev taget op den 8. oktober, af hver sort blev ca. 50 kg fyldt i kasser og hensat i opbevaringshus. 100 knolde af hver sort blev straks lagt i spirekasser og hensat i væksthus til iagttagelse af spiring. Nye prøver af nogle af sorterne blev på samme måde sat ind i væksthuset den 20. januar, og prøver af alle sorter blev sat i kostalden den 12. marts. Temperaturen i væksthuset varierede mellem 10° og 20° inden for døgnet og fra døgn til døgn og i stalden mellem 11° og 15°.

I tabel 1 er meddelt resultater af undersøgelser over knoldenes spiring.

Robusta spirede hurtigst, derefter Dianella, Up to date og Voran omtrent lige hurtigt og Alpha langsomst, idet denne sort ved 10° 20° i væksthuset først mellem 2/12 og 20/1 havde overstået spirehvilen.

I flere tilfælde var der udtryk for, at MH havde nedsat spirehastigheden, i andre tilfælde, navnlig når de fleste knolde var spiret, synes der ikke at være en sådan virkning.

Virkningen af 0,07 pct. MH har været ringe, medens der har været god og omtrent lige stor virkning af 0,2 og 0,3 pct. MH, og denne virkning blev opnået til trods for, at der med anvendelse af 1000 l pr. ha uden klæbemiddel løb en del af vædsken af planterne.

Den 21. april 1953 blev af hver sort lagt 200 knolde, af Dianella II og Up to date dog kun 100, og den 12. juni blev antal opløbne planter talt. I de følgende dage løb nogle flere planter op; de

Tabel 1. Spiringsundersøgelser med knolde fra MH-behandlede kartoffelplanter. Forskellige sorter og forskellige MH-koncentrationer. Studsgaard vinteren 1952-53

Forsøgsled	Kartofler sat til spiring den											
	8/10			20/1		12/3	8/10			20/1		12/3
	pct. uspirede knolde d.						pct. knolde m. unormale sp. d.					
	18/11	2/12	20/1	30/1	17/2	20/3	20/1	4/2	17/2	6/3	30/3	14/4
	Robusta											
a	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1	92	100
c	9	1	0	0	0	0	92	94	88	89	96	97
d	18	0	0	9	0	0	91	93	100	96	100	100
	Dianella I											
a	75	9	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
b	79	16	0	13	0	1	17	16	24	7	0	18
c	84	21	0	21	0	0	30	41	18	18	32	32
d	84	13	0	40	0	0	67	71	65	50	80	72
	Dianella II											
a	77	29	0	—	—	1	0	0	—	—	0	0
b	82	24	0	—	—	0	0	0	—	—	0	0
c	91	22	0	—	—	1	0	0	—	—	0	0
d	87	13	0	—	—	0	0	0	—	—	0	0
	Alpha											
a	100	100	1	20	0	13	0	0	0	0	0	0
b	100	100	5	13	7	20	0	12	0	0	28	7
c	100	100	14	29	0	22	0	65	32	32	44	31
d	100	100	34	58	3	10	0	57	50	52	38	44
	Voran											
a	67	25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
b	74	28	0	1	0	0	11	32	9	10	0	5
c	86	15	0	1	0	10	36	55	25	27	37	33
d	93	26	0	2	3	12	49	56	23	41	44	40
	Up to date											
a	61	13	0	—	—	0	0	0	—	—	0	0
b	75	14	0	—	—	0	0	0	—	—	6	1
c	93	23	0	—	—	0	0	0	—	—	44	35
d	83	14	0	—	—	0	0	0	—	—	28	12
Normale spirers største længde, mm							20	30	20	30	20	40
Unormale » » » »							5	7	5	7	5	10

fleste af disse havde krøllede blade (de lignede planter, der var sprøjtet med hormonholdige ukrudtsmidler), og de nåede ikke mere end fjerdedel eller halv størrelse. I tabel 2, der indeholder resultater af optællinger den 12. juni, 26. juni og 10. juli, er de betegnet som misdannede planter. Optællingen blev gentaget den 25. juli med ganske samme resultater som den 10. juli.

Det fremgår af denne tabel, at antal planter løbet op den 12. juni omtrent svarer til antal normale planter den 22. juni og 10.

Tabel 2. Spiring i marken af knolde fra MH-behandlede kartoffelplanter. Forskellige kartoffelsorter og forskellige MH-koncentrationer. Studsgaard 1952-53

Sort	Forsøgsled	pct. MH	pct. planter ved optælling den						
			12/6	22/6			10/7		
			løbet op	løbet op		mangelende	løbet op		mangelende
				normale	misdannede		normale	misdannede	
Robusta.....	a	0.00	98	99	0	1	100	0	0
	b	0.00	21	21	19	60	21	21	58
	c	0.20	4	4	0	96	4	0	96
	d	0.30	4	5	5	90	5	1	94
Alpha.....	a	0.00	89	94	0	6	95	0	5
	b	0.07	38	38	15	47	39	15	46
	c	0.20	12	12	3	85	12	4	84
	d	0.30	9	9	2	89	10	1	89
Dianella I....	a	0.00	99	99	0	1	99	0	1
	b	0.07	64	62	9	29	64	10	26
	c	0.20	21	21	4	75	23	4	73
	d	0.30	6	6	2	92	5	3	92
Dianella II...	a	0.00	83	93	0	7	93	0	7
	b	0.07	93	96	0	4	96	0	4
	c	0.20	83	85	5	9	85	5	10
	d	0.30	62	58	14	28	58	14	28
Voran.....	a	0.00	91	97	0	3	98	0	2
	b	0.07	56	51	17	32	64	26	10
	c	0.20	22	20	4	76	24	16	60
	d	0.30	17	14	6	80	19	9	72
Up to date....	a	0.00	95	100	0	0	100	0	0
	b	0.07	68	82	1	17	84	3	13
	c	0.20	25	24	8	68	26	15	59
	d	0.30	42	45	10	45	53	11	36

juli, og at antal misdannede planter er omtrent ens den 22. juni og den 12. juli, idet dog Voran og Up to date havde en væsentlig tilvækst af misdannede planter i dette tidsrum.

De fleste af de knolde, der ikke gav opløbne planter, holdt sig friske i jorden sommeren over, de rosetformede spirer omdannedes som for de opbevarede knolde til svampede puder, der fortsatte væksten sommeren igennem. Nogle af spirerne voksede ud til 1 2 cm lange stængler besat med yngleknolde.

B. FUNGICIDER BLANDET I MH-OPLØSNING

I 1953 blev af et areal, hvori der var lagt Alphakartofler i sidste halvdel af april, afsat 5 parceller a 25,2 m², som blev sprøjtet med følgende opløsninger:

a. Usprøjtet
b. 0,25 pct. MH
c. 0,25 pct. MH + 0,25 pct. Dithane Z 78, Zineb
d. 0,25 pct. MH + 0,75 pct. O.B. 21, kobberoxyklorid
e. 0,25 pct. MH + bordeauxvædske 2:1:100

Der blev sprøjtet med 500 liter pr. ha, og sprøjtningen udførtes den 14. august i tørt vejr med solskin. Blandingen udførtes umiddelbart før sprøjtningen. Bordeauxvædskens farve ændredes fra blå til dyb grøn straks ved tilsætning af MH. Alle sprøjtevædsker blev tilsat klæbemiddel.

Ved sprøjtningen var der begyndende angreb af kartoffelskimmel, der var enkelte gule blade som tegn på begyndende modning, og der var flere gule blade i den ene side (vest) af parcellerne end i den anden (øst), ligesom planterne var svagest i den side, der havde flest gule blade, formodentlig fordi der var givet mindre kvælstofgødning i denne side af parcellerne. I den side, der havde flest gule blade, var der få blomster, ca. 10 pr. 100 planter, medens der i den grønne side var omkring 4 blomster pr. plante.

Der blev foretaget skønsmæssig bedømmelse af antal gule blade og antal blade med kartoffelskimmel med nogle dages mellemrum med følgende resultater:

Dato	Flest gule blade (vest) pct. blade		Færrest gule blade (øst) pct. blade	
	gule	m. skimmel	gule	m. skimmel
14/8.....	15	3	2	3
19/8.....	25	7	3	11
22/8.....	35	15	6	25

Det var derefter vanskeligt at skelne mellem gule og skimmelangrebne blade, og forskellen i angrebet i de forskellige forsøgsled blev mere fremtrædende, hvorfor der kun blev foretaget bedømmelse af skimmelangrebet, og der blev bedømt i alle forsøgsleddene.

Dato	Flest gule blade (vest)					Færrest gule blade (øst)				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
	pct. blade angrebet af skimmel									
27/8.....	60	60	50	50	50	75	75	55	55	55
31/8.....	95	97	80	85	60	95	95	70	80	60
4/9.....	99	100	97	99	92	99	99	88	96	85
15/9.....	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Sprøjtningen med fungicider har kun formået at sinke ødelæggelsen nogle få dage, og forsinkelsen var noget større for de kraftige end for de svage planter. Dithane havde lidt mindre virkning end kobbermidlerne.

Kartoflerne blev taget op den 30. september, da alle planter var visnet ned. Af hver halvdel af alle parceller blev ca. 50 kg fyldt i en åben tremmekasse og hensat i opbevaringshus.

Den 1. maj blev 100 knolde fra den grønne halvdel af hvert forsøgsled lagt i spirekasse og henstillet i stalden ved 13°–15°, og tælling af spirer foretaget med 1-2 ugers mellemrum med de i tabel 3 anførte resultater i pct. af antal knolde.

Resten af kartoflerne stod i opbevaringshus indtil den 23. juni, da der blev foretaget måling og optælling af kartofler med forskellig længde af spirer i begge partier. Der var da ingen uspirede knolde.

Zinksprøjtemidlet synes ikke at have haft nogen væsentlig indflydelse på virkningen af MH, idet den lille forøgelse ved undersøgelse i spirekasser og den lille svækkelse ved optælling af spirer på de opbevarede kartofler vel må betragtes som udtryk for usik-

kerhed. Blandingen med kobbermidler har derimod næsten fuldstændig ødelagt virkningen af MH. Virkningen af MH på spiringen har været noget større på kartoflerne fra den del af parcellerne, hvor de fleste planter var grønne ved sprøjtningen end fra den del, der havde mange gule planter.

Tabel 3. Spiringsundersøgelser med knolde fra kartoffelplanter behandlet med blandinger af MH og fungicider. Studsgaard 1954

Forsøgsled	Behandling	Spiringsundersøgelser pct. knolde med sp. over 5 mm d.				Knolde opbev. i hus til d. 23/6 pct. knolde m. sp. over mm					
						fra grønne planter			fra gule planter		
		8/5	15/5	29/5	8/6	5	10	20	5	10	20
b	MH	12	47	61	65	66	43	11	72	59	19
c	MH + Dithane	5	18	46	50	65	52	24	83	63	25
d	MH + O.B. 21	13	50	91	88	95	84	48	95	89	59
e	MH + bordeauxv.	15	36	18	92	100	98	61	99	99	86
a	Ubehandlet	23	64	97	99	100	97	69	99	95	62

III. Udbytteforsøg, opbevaringsforsøg og kvalitetsundersøgelser ved Studsgaard 1953-1957, Jyndevad og Tylstrup 1954-1957

A. FORSØGSPLAN

På grundlag af de foran omtalte forsøg og af de på dette tidspunkt foreliggende oplysninger fra anden side blev følgende forsøgsplan udarbejdet i foråret 1954. I 1953 var der ved Studsgaard gennemført et forsøg med Bintje efter samme plan.

Sprøjtning udføres med 0,25 pct. ren MH og 500 l pr. ha og tilsat klæbemiddel efter omstående plan. Ved anvendelse af en større vædskemængde ville der flyde en forholdsvis stor mængde af vædsken fra den småtoppede Bintje, og denne ville derfor ikke blive ligestillet med de mere stortoppede sorter. Det første år syntes virkningen af MH for ringe, og da der samtidig fra anden side fremkom meddelelse om en bedre virkning af større koncen-

tration, blev koncentrationen forøget til 0,5 pct. MH uden ændring af mængden af sprøjtevædske.

	Bintje	Up to date eller Majestic	Alpha
a. Sprøjtes	15/7	25/7	4/8
b. »	25/7	4/8	14/8
c. »	4/8	14/8	24/8
d. »	14/8	24/8	3/9
e. Usprøjtet			

Der anvendtes 5 fællesparceller å mindst 30 m² høstparcel og med 2 planter eller 1 række som værnebælte. Sprøjtning mod kartoffelskimmel udførtes mindst 2 gange. Ved hver sprøjtning med MH udførtes optegnelser over planternes udviklingstrin og angreb af sygdomme.

Udbyttet af høstparcellen vejedes ved optagning, og knoldene sorteredes i: over 50 mm, 50–30 mm og under 30 mm. Der foretoges optegnelser over knolde med unormal form. Kogeprøve med bestemmelse af udkogning, mørkfarvning og smag foretoges, og indholdet af ascorbinsyre bestemtes efter optagning i efteråret og ved afslutning af opbevaringsforsøget i foråret.

Af den samlede afgrøde fra alle fællesparceller hensattes ca. 100 kg i kartoffelhus til udførelse af spiringsundersøgelser. Resten vejedes og opbevaredes i opbevaringshus eller jordkule. Efter opbevaring til forår vejedes påny, og der foretoges sortering i: 1) Uspirede, 2) Begyndende spiring, 3) Spirede og 4) Syge og rådne, der vejedes hver for sig. Af 20 kg fra 3) afpilledes spirerne og vejedes. Tørstofbestemmelse med 4 fællesprøver udførtes efterår og forår.

Prøver af 100 knolde fra hvert forsøgsled hensattes til spiringsundersøgelse den 1. og 15. i hver måned fra 1. marts til 15. maj. 1 uge efter hensætning og med 1 uges mellemrum foretoges optælling af knolde: 1) Uden spirer, 2) Med begyndende spiring, 3) Med spirer under 2 cm længde, 4) Med spirer over 2 cm længde, 5) Syge og rådne.

Disse grænser blev fastsat under hensyn til at indhente oplysninger om indflydelse af MH på spiringens begyndelse og på vanskeligheden ved at fjerne spirerne ved sortering og børstning.

B. FORSØGSARBEJDETS UDFØRELSE OG KARTOFLERNES UDVIKLING I MARKEN

Forsøgsmarkerne blev gødet som almindeligt til frembringelse af en god kartoffelafgrøde enten med staldgødning med tilskud af kunstgødning eller med kunstgødning alene. Kartoflerne blev i de fleste tilfælde lagt i sidste halvdel af april eller, i 1955, de første dage i maj, og de løb op i første halvdel af juni, i de fleste tilfælde omkring den 10. juni. Sprøjtning mod kartoffelskimmel blev som oftest udført to gange, 1. gang i første halvdel af juli og 2. gang omkring 1. august.

Sprøjtning med MH blev for det meste udført på de i planen anførte dage, i nogle tilfælde kunne datoen forskydes en enkelt dag af hensyn til helligdag og i andre tilfælde flere dage af hensyn til kartoflernes udvikling, og da næsten altid til en senere dato. I almindelighed blev den første sprøjtning udført ved begyndende eller fuld blomstring og den sidste ved begyndende modning eller under nedvisning på grund af angreb af kartoffelskimmel. Betydende angreb af kartoffelskimmel ved første sprøjtning forekom ikke og ved anden sprøjtning var de sjældne.

I 1953 ved Studsgaard og i 1954 ved alle stationer var der gode vækstvilkår, og der blev høstet jævnt gode udbytter af alle sorter. I 1955 var det meget tørt i hele vækstperioden indtil begyndelsen af september, da rigelig regn forårsagede genvækst af Up to date og Alpha. Udbyttet var meget ringe og stærkt præget af gengroning. I 1956 var der jævnt gode udbytter ved Studsgaard, medens udbytterne ved Jyndevad og Tylstrup blev noget nedsat af tørke i juli.

C. MARKFORSØGENES RESULTATER

Ved Jyndevad udførtes forsøg med Up to date i 2 år, Majestic i 1 år og Alpha i 3 år, ved Studsgaard med Bintje i 4 år, Up to date i 3 år og Alpha i 3 år og ved Tylstrup med Bintje i 3 år. Gennemsnitsresultater af disse forsøg beregnet på forskellig måde findes i tabel 4.

Af tabellen fremgår, at 1. og 2. sprøjtetid har givet henholdsvis 239 og 238 hkg pr. ha, 3. og 4. sprøjtetid har begge givet 242 hkg pr. ha, og usprøjtet 244 hkg pr. ha. Forskellen mellem mindste og

Tabel 4. Gennemsnit af udbyttebestemmelser og sorteringsresultater for 19 forsøg udført ved Jyndevad, Studsgaard og Tylstrup i 1953-1956

Forsøgsled	Sprøjtet dato	hkg pr. ha		pct. tørstof	g pr. knold	pct. af knolde					
		knolde	tørstof			over 50 mm vægt	50–30 mm	under 30 mm	over 50 mm antal	50–30 mm	under 30 mm
Bintje 7 forsøg											
a	16/7	262	53.6	20.48	55	28	65	7	14	65	21
b	29/7	256	52.0	20.37	55	27	66	7	14	65	21
c	5/8	268	54.5	20.45	55	29	64	7	14	64	22
d	15/8	268	55.1	20.55	54	29	64	7	15	64	21
e	uspr.	260	52.4	20.18	53	28	65	7	14	64	22
Up to date 5 forsøg, Majestic 1 forsøg											
a	28/7	244	46.8	19.28	67	42	49	9	30	56	14
b	6/8	247	47.7	19.35	66	43	49	8	28	61	11
c	16/8	248	47.6	19.34	66	43	50	7	27	60	13
d	26/8	246	47.0	19.22	66	42	51	7	28	59	13
e	uspr.	250	47.9	19.24	68	41	50	9	28	57	15
Alpha 6 forsøg											
a	5/8	213	44.8	20.99	68	46	48	6	32	56	12
b	15/8	212	44.5	20.87	68	45	49	6	32	57	11
c	25/8	212	44.6	20.93	66	44	48	8	32	57	11
d	3/9	212	44.4	20.81	68	44	49	7	32	58	10
e	uspr.	221	45.8	20.60	68	45	48	7	33	56	11
Alle 19 forsøg											
a		239	48.4	20.25	63	39	54	7	25	59	16
b		238	48.0	20.20	63	38	55	7	25	61	14
c		242	48.9	20.24	62	39	54	7	25	60	15
d		242	48.8	20.19	62	38	55	7	25	60	15
e		244	48.7	20.01	63	38	55	7	25	59	16

største udbytte er således 6 hkg pr. ha eller mindste udbytte 2,5 pct. mindre end største.

I tørstofudbyttet har anden sprøjtetid ligeledes det laveste udbytte med 48,0 hkg tørstof, men det største udbytte findes for 3. sprøjtetid. Årsagen til denne uregelmæssighed er et noget uregelmæssigt faldende tørstofindhold med det højeste, 20,25 pct. for 1. sprøjtetid og det laveste 20,01 for usprøjtet eller en forskel på 1,2 pct. af det største indhold.

Den gennemsnitlige knoldstørrelse har været 62 eller 63 g pr. knold uregelmæssigt fordelt; i sorteringsresultaterne er forskellene ligeledes små, højest 2 pct., og nogen regelmæssighed i procenttallenes størrelse i sammenhæng med forsøgsleddene er der ikke.

D. OPBEVARINGSFORSØG

Efter planen skulle opbevaringsforsøg udføres under forhold, der kom praksis så nær som muligt. I de fleste tilfælde har de partier, der fandtes til opbevaring, været så små, at man ikke kunne tilfredsstille dette krav, hvilket har ført til dårlige eller helt mislykkede forsøg.

Gennemsnit af resultaterne af de nogenlunde brugelige forsøg er opført i tabel 5, hvor man dog kun har sammenlignet det forsøgsled, hvor kartoflerne ikke var sprøjtet mod MH, med gennemsnit af de sprøjtede forsøgsled.

Tabel 5. Gennemsnit af resultater af opbevaringsforsøg i jordkuler og hus 1953-57

Forsøgsled	pct. vægttab	pct. sygdomstab	pct. af sunde knolde			Spirer i pct. af	
			uspirede	beg. spiring	spirede	sunde knolde	spirede knolde
7 forsøg i jordkuler							
Sprøjtede....	21.6	19.8	7.8	20.4	71.8	0.6	1.0
Ubehandlede	19.0	16.0	4.2	9.2	86.6	1.2	1.3
4 forsøg i opbevaringshus							
Sprøjtede....	9.2	2.6	8.7	32.8	58.8	1.4	1.9
Ubehandlede	7.7	1.7	1.7	3.3	94.7	3.1	3.3

De usprøjtede kartofler har i gennemsnit af alle forsøg, både i jordkule og i hus givet den stærkeste spiring, men forskellene er dog ret små og i nogle af de enkelte forsøg var der ingen forskel. Både vægttabet og sygdomstabet var størst for de sprøjtede kartofler.

I forbindelse med den optælling af antal spirer, hvis resultater skal anføres i det følgende afsnit, blev antal syge og rådne knolde talt i de prøver, der var hensat til spiring. Resultaterne af disse optællinger meddeles i tabel 6.

Ved denne opbevaring havde Alpha færre syge og rådne knolde end Bintje og Up to date, og i alle sorter var der flere syge og rådne knolde ved Studsgaard end ved Jyndevad og Tylstrup. I gennemsnit var der ved disse undersøgelser omtrent lige mange syge og rådne knolde efter behandlede og ubehandlede planter og efter de forskellige tidspunkter for behandlingen.

Tabel 6. pct. syge og rådne kartofler i prøver henstillet til spiring

Forsøgssted	Sort	Forsøgsled					
		a	b	c	d	e	gens.
Studsgaard	Bintje	3.9	1.9	3.7	3.1	3.4	3.2
Tylstrup	—	0.1	0.2	0.4	0.5	1.1	0.5
Gens.	—	2.0	1.1	2.1	1.8	2.3	1.8
Jyndevad	Up to date	1.0	2.6	1.8	2.0	1.2	1.7
Studsgaard	—	2.9	1.8	3.7	2.0	2.0	2.4
Gens.	—	2.0	2.2	2.3	2.0	1.6	2.1
Jyndevad	Alpha	0.0	0.4	0.0	0.4	0.8	0.3
Studsgaard	—	1.1	1.7	1.3	1.3	0.8	1.2
Gens.	—	0.6	1.1	0.7	0.9	0.8	0.7
Gens. af alle		1.5	1.4	1.8	1.6	1.6	1.6

E. KVALITETSUNDERSØGELSER

Alle kvalitetsundersøgelser er udført ved Tylstrup forsøgsstation, og der er fra Jyndevad og Studsgaard sendt prøver dertil efterår og forår. Efterårsundersøgelserne blev i de fleste år udført omkring midten af december og forårsundersøgelserne omkring midten af maj.

Undersøgelserne omfatter smag, udkogning, mørkfarvning efter kogning, konsistens og ascorbinsyreindhold. Til alle undersøgelser er kogt 20 knolde af hver prøve.

Bedømmelse af smag er udført af et hold smagsdommere, der har bedømt smagen efter en skala med 0 = dårligst og 10 = bedst.

Bestemmelse af mørkfarvning er foretaget ved sammenligning med en farveskala efter overskæring og henstand i ca. 24 timer. Farveskalaen går fra 1 for ufarvede til 10 for sort, og resultaterne er angivet med gennemsnit af alle knolde og med det højeste farvetal, der blev funden.

Bestemmelse af udkogning er foretaget ved optælling af knolde, der efter kogning var hele, revnede eller udkogte og derefter beregning af en karakter for udkogning ved hjælp af en formel, der højst kan give 0 for alle knolde hele og 10 for alle knolde udkogt.

Bedømmelse af konsistens er foretaget af de samme dommere som ved smagsbedømmelsen, idet disse har sorteret de 20 knolde

i tørre, fugtige og våde, og angivet antal af hver af de tre grupper. Tørre knolde er ikke funden i nogen af de undersøgte prøver og bedømmelsens resultater er, for at bruge tallene på samme niveau som de øvrige bedømmelser, angivet i antal fugtige pr. 10 knolde.

Bestemmelse af ascorbinsyre er foretaget med kogte kartofler, og resultatet, der ikke omfatter dehydroascorbinsyre, er anført i mg pr. 100 g.

I tabel 7 er anført gennemsnit af alle sorter og alle forsøgssteder for undersøgelser udført efterår og forår.

Tabel 7. Gennemsnit af resultater af kvalitetsundersøgelser udført efterår og forår i prøver af alle sorter fra alle forsøgssteder 1954-57

Forsøgsled	Smag		Mørkfarvning		Udkogning		Konsistens		Ascorbinsyre	
	efterår	forår	efterår	forår	efterår	forår	efterår	forår	efterår	forår
a	7.3	6.9	2.6	3.1	1.4	0.4	9.7	9.4	13.6	9.2
b	7.2	6.8	2.7	3.3	1.3	0.3	9.6	9.3	13.7	9.3
c	7.1	6.8	2.7	3.3	1.5	0.3	9.4	9.1	13.7	9.4
d	6.9	6.8	2.7	3.3	1.5	0.3	9.3	9.0	13.3	9.6
e	7.2	6.8	2.6	3.0	1.1	0.3	9.6	9.7	13.4	9.2
Gens.	7.1	6.8	2.6	3.2	1.4	0.3	9.5	9.3	13.6	9.4

Der synes ikke i noget tilfælde at være sikre udtryk for, at behandlingen med MH har ændret de kvalitetsegenskaber, der er indgået i undersøgelsen, og de fundne forskelle kan kun betragtes som udtryk for prøveudtagningens og undersøgelsens usikkerhed.

Mørkfarvningen har været lidt stærkere og udkogningen væsentlig mindre i foråret end i efteråret, og ascorbinsyreindholdet er faldet 4 mg pr. 100 g ved opbevaringen fra december til maj.

IV. Spiringsundersøgelser

A. SPIRING OG SPIREHÆMNING

I henhold til forsøgsplanen blev hvert år hensat prøver à 100 knolde til spiring den 1. og 15. i hver af månederne marts, april og maj. I enkelte tilfælde blev henstillingen den 1. marts og den 15. maj udeladt. I hver uge efter henstilling blev udført optælling af antal knolde med begyndende spiring d.v.s. spirer indtil 1 mm længde og antal knolde med spirer over 20 mm.

Dette materiale er opgjort på følgende måde med henblik på følgende forhold:

I mange af prøverne var der enkelte knolde, der ikke spirede eller som spirede meget langsomt. Antallet af sådanne knolde var omtrent lige stort, hvad enten prøverne var sat til spiring den 1. marts eller den 15. maj. Optælling af disse knolde blev foretaget på den måde, at knolde, der ikke var spiret efter 5 ugers forløb blev talt som uspirede og knolde, der ikke var spiret efter 4 ugers forløb, men spiret efter 5 uger blev talt som trægt spirende.

For knolde med begyndende spiring blev beregnet gennemsnit af antal knolde med spirer under 1 mm ved tællingen den uge efter, at der fandtes sådanne knolde i prøver af alle forsøgsled, og på samme måde blev gennemsnit beregnet af knolde med spirer over 1 mm og knolde med spirer over 20 mm.

Desuden beregnedes gennemsnit af antal dage fra henstilling til optælling.

Resultaterne af disse tællinger og beregninger findes i tabel 8.

Tabel 8. Oversigt over spiring og spirehæmning

		Antal prøver	Antal dage	pct. knolde				
				a	b	c	d	e
pct. uspirede knolde efter 5 ugers henstand	Bintje			1.3	0.2	0.3	0.6	0.4
	Up to date			1.8	0.6	0.6	0.4	0.0
	Alpha			1.4	2.0	1.2	1.1	0.4
	Gens.			1.5	0.9	0.7	0.7	0.3
pct. trægt spirende knolde, uspirede efter 4 ugers henstand, spirede efter 5 uger	Bintje			0.7	0.5	0.4	1.0	0.4
	Up to date			1.0	1.0	0.8	1.1	0.5
	Alpha			1.4	1.0	1.0	1.1	0.8
	Gens.			1.0	0.8	0.7	1.1	0.5
pct. knolde med begyndende spiring, d.v.s. spirer under 1 mm	Bintje	28	9	78	77	80	79	82
	Up to date	22	7	87	88	91	90	94
	Alpha	23	8	65	61	64	61	66
	Gens.	73	8	77	75	78	77	81
pct. knolde med spirer over 1 mm	Bintje	36	14	51	64	66	65	74
	Up to date	27	17	59	66	60	69	89
	Alpha	30	21	51	45	53	49	66
	Gens.	93	17	54	58	60	61	76
pct. knolde med spirer over 20 mm	Bintje	25	38	23	22	28	38	42
	Up to date	22	43	14	18	14	29	58
	Alpha	8	61	6	9	19	16	12
	Gens.	55	47	14	16	20	28	37

Der var kun få uspirede og trægt spirende knolde fra ubehandlede planter, og antallet var i de fleste tilfælde mindre blandt disse knolde end blandt knoldene fra de enkelte behandlede forsøgsled.

Spirehastigheden udtrykt ved antal dage for indtræden af begyndende spiring var omtrent lige stor for de tre sorter og pct. knolde med begyndende spiring var omtrent upåvirket af behandlingen af MH. Spirernes vækst var derimod forskellig. Den foregik hurtigst for Bintje, lidt langsommere for Up to date og væsentlig langsommere for Alpha, ligesom den i gennemsnit blev en del påvirket af behandlingen med MH, idet der var væsentlig flere knolde med spirer over 1 mm lange og over 20 mm lange spirer blandt knoldene fra ubehandlede planter. Der var nogenlunde jævn stigning fra første til sidste sprøjtning, og fra sidste sprøjtning til ubehandlet var der et større spring opad til ubehandlet end mellem tiderne for sprøjtning. Sorterne har dog forholdt sig forskelligt, og Alpha har været mere uregelmæssig end Bintje og Up to date.

Disse gennemsnitstal dækker over meget store forskelle på virkningen de enkelte år, og i tabel 9 er der anført nogle eksempler, der viser, hvor forskelligt afgrøderne fra forskellige år kan forholde sig.

Tabel 9. Eksempler på virkning af MH

Sort	Sted	År	Antal prøver	pct. knolde i forsøgsled				
				a	b	c	d	e
Med spirer over 1 mm								
Bintje	Studsgaard	1954—55	5	42	81	71	65	87
—	—	1956—57	5	46	58	67	61	89
—	Tylstrup	1955—56	6	71	73	73	69	72
Up to date	Jyndevad	—	5	16	4	1	4	91
Alpha	—	1956—57	5	85	84	87	86	87
Med spirer over 20 mm								
Bintje	Studsgaard	1953—54	5	11	16	31	39	51
—	Tylstrup	1954—55	6	33	29	25	37	25
Up to date	Jyndevad	1954—55	6	6	2	16	63	91
—	—	1956—57	5	36	39	41	38	36
—	Studsgaard	1955—56	6	7	28	5	8	78

Som anført s. 000 blev der i 1953 ved Studsgaard og i 1954 ved alle stationer sprøjtet med 0,25 pct. MH, i 1955 og 1956 med 0,50 pct. Virkningen på Bintje ved Studsgaard i disse to år har været væsentlig bedre end gennemsnit af alle år og alle forsøgssteder, og det samme gælder Up to date ved Jyndevad 1954–55.

De to eksempler, der er anført for ingen virkning, stammer fra Tylstrup, og dette er typisk for resultaterne derfra, idet ingen af disse viser nogen virkning af MH, medens Studsgaard i alle år havde virkning på Bintje omtrent svarende til gennemsnit, og ligesom Jyndevad enkelte år med bedre virkning i Up to date og Alpha og andre år helt uden virkning.

Årsagerne til disse uregelmæssige forhold kan ikke efterspores med blot nogenlunde sikkerhed. I enkelte tilfælde, da en enkelt sprøjtetid har givet dårligere virkning end en anden sprøjtetid, kan det vel påvises, at det enten har været regnvejr snart efter sprøjtningen, eller der har været sprøjtet med kobberoxyklorid snart efter sprøjtningen med MH, men det er ingenlunde altid tilfældet, lige så lidt som der hver gang disse forhold har været tilstede er påvist en dårlig virkning. Og for det fuldstændige bortfald af virkningen i alle forsøgsled kan der ingen forklaring findes i meteorologiske forhold eller forhold vedrørende behandlingen.

Tabel 10. pct. knolde med spirer over 5 mm og over 10 mm længde. Studsgaard 1953-54, 1954-55 og 1956-57

År	Antal dage til spiring	pct. knolde med over 5 mm lange spirer					pct. knolde med over 10 mm lange spirer				
		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Bintje											
1953—54	23	67	63	82	94	99	19	28	83	35	43
1954—55	20	28	44	54	64	94	8	9	14	20	52
1956—57	32	10	12	17	30	92	4	6	11	23	90
Up to date											
1954—55	12	30	71	24	74	99	4	11	4	17	28
1956—57	35	14	23	13	33	92	6	12	8	21	77
Alpha											
1954—55	35	76	68	77	75	82	10	2	6	9	25
1956—57	23	30	13	39	72	91	10	6	18	40	68

Ved Studsgaard blev i 1953–54, 1954–55 og 1956–57 talt spirer med over 5 mm og over 10 mm længde, og resultatet af disse tællinger findes i tabel 10. Disse tællinger blev udført, efter at alle knolde havde over 1 mm lange spirer.

En sammenligning af tællingerne af knolde fra 1954–55 og 1956 -57 tyder på, at der var en væsentlig bedre virkning af den større koncentration, der var anvendt i 1956. I Bintje var forskellen på 1953–54 og 1954–55 lige så stor som forskellen mellem 1954–55 og 1956–57, og der er da en mulighed for, at forskellen skyldes årenes forhold og ikke koncentrationerne.

B. SPIRERNES UDSEENDE, UDVIKLING OG ANTAL SPIRER PR. KNOLD

Ved de forberedende forsøg ved Studsgaard i 1952–53, ved forsøgene ved Jyndevad 1954–55 og Studsgaard 1956–57 blev der udført beskrivelse af spirernes udseende og udvikling. Disse beskrivelser, der blev udført uafhængig af hverandre ved Studsgaard af forskellige personer, faldt nøje sammen, således at de kan supplere hverandre. De kan sammenfattes på følgende måde:

Spirerne på knolde fra sprøjtede planter udvikler sig normalt, indtil de længste er henimod 10 mm lange. Alle eller en del af de under 5 mm lange spirer vokser derefter ikke mere i længden, de bliver rosetformede eller stjerneformede og udvikler sig efterhånden til svampede puder med diameter på 5–10 mm og indtil 5 mm høje. Nogle af disse spirer kan forlænges til ca. 7 mm højde, således at rosetten kommer til at sidde på en kort cylinder. En del af de længere spirer kan udvikles normalt, eller både disse og de korte spirer kan blive krusede i spidsen eller tynde med krusede vinger. Resultater af tællinger af antallet af sådanne misformede spirer ved Studsgaard 1952–53 og Jyndevad 1954–55 findes i tabel 11.

Behandlingen med MH har forsinket spiringen noget. De misdannede spirer forekommer først efter 10–20 dages henstand, og efter at alle eller de fleste af knoldene har over 1 mm lange spirer. Alpha har spiret noget langsommere end Robusta og Up to date.

Tabel 11. Spirernes udvikling på knolde fra ubehandlede og sprøjtede planter, Studsgaard 1952-53 og Jyndevad 1954-55

Sort	Sat til spiring dato	Knolde talt dato	pct. af antal knolde							
			uspirede og beg. spiring		spirer under 20 mm		spirer over 20 mm		misformede spirer	
			ubeh.	sprøjtede	ubeh.	sprøjtede	ubeh.	sprøjtede	ubeh.	sprøjtede
Studsgaard										
Robusta	20/1	30/1	0	88	100	12	0	0	0	0
—	—	17/2	0	0	0	8	100	0	0	82
—	12/3	23/3	59	100	41	0	0	0	0	0
—	—	30/3	0	0	64	1	36	1	0	98
Alpha	20/1	30/1	100	100	0	0	0	0	0	0
—	—	17/2	0	0	100	58	0	0	0	42
—	12/3	23/3	100	100	0	0	0	0	0	0
—	—	30/3	0	0	100	60	0	0	0	40
Jyndevad										
Up to date	4/3	23/3	3	12	97	88	0	0	0	0
—	—	6/4	0	0	100	28	0	0	0	72
—	—	2/5	0	0	86	2	14	6	0	92
—	1/4	16/4	0	6	100	94	0	0	0	0
—	—	23/4	0	0	100	66	0	0	0	34
—	—	17/5	0	0	96	11	4	0	0	89
Alpha	4/3	23/3	100	100	0	0	0	0	0	0
—	—	6/4	8	4	92	52	0	0	0	44
—	—	17/5	0	0	76	12	24	5	0	83
—	1/4	23/4	100	100	0	0	0	0	0	0
—	—	2/5	7	0	93	80	0	0	0	20
—	—	17/5	1	0	99	41	0	0	0	59

C. ANTAL SPIRER PR. KNOLD

I foråret 1957 blev ved Studsgaard optalt antal spirer på 100 knolde fra hvert forsøgsled i alle 3 sorter. De pågældende prøver var lagt til spiring den 1. maj, da spiringen var begyndt under opbevaringen i kartoffelhus, og tællingen blev foretaget den 28. maj efter henstand i stald ved 13°-15°. Antal spirer blev talt indenfor følgende grupper:

1. Begyndende spiring, d.v.s. ingen spirer var 1 mm lange,
2. 1 mm til 5 mm lange spirer,
3. 6 mm til 10 mm lange spirer,
4. 11 mm til 15 mm lange spirer,
5. 16 mm lange spirer og derover.

Mange knolde havde spirer indenfor flere grupper, og antallet i hver gruppe blev noteret for de enkelte prøver.

I tabel 12 findes resultatet af en optælling af antal knolde indenfor grupper med spillerum på 5 spirer pr. knold sammen med det gennemsnitlige antal spirer og antal uspirede knolde.

Tabel 12. Knolde fordelt efter antal spirer pr. knold.
Studsgaard 1955-56

Antal spirer pr. knolde	pct. knolde med anførte antal spirer i forsøgsled: a	b	c	d	e	gens. af a, b og c
Bintje						
Uspiret	6	0	6	4	2	4
1— 5	15	15	8	27	47	13
6—10	35	49	44	43	48	43
11—15	29	27	30	25	1	29
16—20	14	6	10	0	0	10
21—25	0	3	2	1	0	2
over 25	0	0	0	0	0	0
Gens.	10.4	9.7	10.5	8.2	5.7	10.2
Up to date						
Uspiret	1	3	5	2	4	3
1— 5	29	14	21	20	37	21
6—10	50	28	37	33	53	38
11—15	16	25	25	25	6	22
16—20	3	19	9	11	0	10
21—25	1	10	2	5	0	4
over 25	0	1	1	4	0	1
Gens.	7.7	12.3	9.3	11.4	6.5	9.9
Alpha						
Uspiret	9	7	1	3	1	6
1— 5	29	22	18	29	34	23
6—10	23	35	42	29	53	33
11—15	23	19	23	18	10	22
16—20	13	11	10	15	1	11
21—25	1	2	3	3	0	2
over 25	2	2	3	3	1	2
Gens.	9.5	9.1	8.7	10.2	7.4	9.1
Alle sorter						
Gens.	9.2	10.3	9.7	9.9	6.5	9.7

Der var endnu efter 4 ugers henstand et ret stort antal uspirede knolde, men den følgende uge var en del af disse spiret. Noget sikkert udtryk for, at sprøjtningen af planterne havde indflydelse på knoldenes spirehastighed, fandtes ikke ved disse undersøgelser.

Det gennemsnitlige antal spirer varierede stærkt, men det var dog i alle tilfælde større hos knolde fra de sprøjtede planter end hos knolde fra de usprøjtede. Knoldene fra de sprøjtede planter havde i gennemsnit omtrent samme antal spirer i alle sorter, medens knoldene fra de usprøjtede havde færrest spirer i Bintje og flest i Alpha.

Både sprøjtede og usprøjtede havde flest knolde med mellem 6 og 10 spirer, men medens usprøjtede havde ganske få knolde med mellem 11 og 15 spirer, var der blandt de sprøjtede knolde mellem 26 og 43 pct. med mere end 10 spirer, og det største antal spirer var over 25 både for Up to date og Alpha, for Bintje mellem 21 og 25.

Tabel 13. Antal knolde med forskellig længde af spirerne og antal spirer pr. knold. Studsgaard 1956-57

Korteste spirer mm	Længste spirer mm	Ubehandlede		Sprøjtede	
		antal knolde	antal spirer pr. knolde	antal knolde	antal spirer pr. knolde
Bintje					
Under 1	Under 1	0	0	0	0
— 1	Over 15	0	—	0	—
1—5	indtil 5	1	5.0	87	10.2
1—5	6—10	2	5.5	6	8.3
1—5	11—15	5	4.8	1	11.7
1—5	over 15	74	6.2	4	5.8
over 5	— 15	18	3.5	2	3.3
Up to date					
Under 1	Under 1	0	—	3	4.7
— 1	Over 15	1	6.0	5	8.0
1—5	Indtil 5	17	8.1	79	11.5
1—5	6—10	0	—	3	8.3
1—5	11—15	0	—	2	9.5
1—5	Over 15	73	6.9	6	5.5
Over 5	— 15	10	4.0	2	3.7
Alpha					
Under 1	Under	1	10.0	4	4.5
— 1	Over 15	1	8.0	0	—
1—5	Indtil 5	6	4.2	65	10.9
1—5	6—10	49	7.7	25	9.8
1—5	11—15	12	6.4	3	7.3
1—5	Over 15	11	7.3	1	5.5
Over 5	— 15	20	7.1	2	5.9

Sorteres knoldene efter de korteste spirer i 3 grupper: under 1 mm, 1-5 mm over 5 mm, og disse igen efter de længste spirer, får man de i tabel 13 opførte resultater. Sprøjtede er gennemsnit af forsøgsleddene a, b og c, og ubehandlede er knoldene fra forsøgsled e.

Knoldene fra ubehandlede planter af Bintje og Up to date havde det største antal i gruppen 1–5 mm korteste spirer og indtil 15 mm længste og for Alpha i gruppen 1–5 mm korteste spirer og indtil 10 mm længste. Antal spirer pr. knold varierede for Bintje omkring 5, for Up to date omkring 6 og for Alpha omkring 7. Knoldene fra sprøjtede planter havde for alle tre sorter det største antal i gruppen 1–5 mm lange spirer, og antal spirer pr. knold varierede mellem lidt under 8 og lidt over 11, undtagen i de to grupper med de længste spirer, hvor antallet var mellem 3,3 og 5,9 eller lidt mindre end for knoldene fra ubehandlede planter.

I tabel 14 gives en oversigt over fordelingen af spirelængde og beskrivelse af spirerne indenfor forsøgsleddene.

Alle spirer på knolde fra ubehandlede planter havde normalt udseende.

Tabel 14. Spirernes længde og beskrivelse af spirernes udseende. Studsgaard 1956-57

Spirernes længde mm	pct. af knolde i forsøgsled: a	b	c	d	e	Beskrivelse af spirer på knolde fra MH-behandlede planter
Bintje						
Indtil 5	88	87	79	66	2	Rosetformede, i d enkelte forlængede
6—10	7	6	6	9	3	Rosetformet forlængede eller tynde krusede
Over 10	5	7	15	25	95	De fleste normale, i d enkelte krusede
Up to date						
Indtil 5	87	80	80	66	4	Rosetformede, i c og d enkelte forlængede
6—10	8	12	8	11	13	Rosetformet forlængede eller krusede i spidsen
Over 10	5	8	12	23	83	Normale
Alpha						
Indtil 5	83	87	70	36	20	Rosetformede, i c og d enkelte forlængede
6—10	19	7	20	23	33	Enkelte normale, de fleste krusede i spidsen
Over 10	8	6	10	41	47	Normale

Blandt knoldene fra sprøjtede planter var der i alle tre sorter nogle med over 10 mm lange og normalt udseende spirer. Antallet af knolde med sådanne spirer, såvel som antallet af knolde med mellemformen mellem de rosetformede og de normale spirer tiltog ved næstsidste og sidste sprøjtning. Ved de to første sprøjtninger havde MH samme virkning på alle tre sorter, medens virkningen af de to sidste sprøjtninger aftog stærkere for Alpha end for Bintje og Up to date.

OVERSIGT

Malcinhydrazid (MH) er i årene efter 1949 i U.S.A. og andre lande forsøgt anvendt som vækstregulerende stof til flere formål, ofte med tvivlsom virkning. Efterhånden samlede interessen sig om anvendelse som spirehæmmende middel til løg, rodknolde og kartofler, idet en opløsning af stoffet sprøjtes på de voksende planter, og spiring eller vækst af spirerne under opbevaringen derved skulle forhindres eller forsinkes. Fra disse forsøg blev angivet, at der ved anvendelse til kartofler kunne opnås tilfredsstillende spirehæmning ved anvendelse af 0,1–0,25 pct. MH og 1000 -1500 l sprøjtevædske pr. ha. Ved tidlig sprøjtning og større koncentration kunne knoldene blive små, misformede og udbyttet nedsat. Senere blev angivet ca. 3 kg MH og 1000 liter vædske pr. ha som mest hensigtsmæssigt.

I forberedende forsøg ved Studsgaard 1952 blev anvendt 0,07, 0,2 og 0,3 pct. og 1000 l pr. ha. Sprøjtning blev udført på Robusta, Alpha, Dianella, Voran og Up to date den 23. august og på Dianella tillige den 9. september. Der blev ikke anvendt klæbemiddel og en del af vædsken løb af bladene. På Up to date og de sidst sprøjtede Dianella var der ingen virkning, og virkningen var bedst på Robusta, der endnu ved sprøjtningen havde enkelte blomster. 0,07 pct. MH havde kun ringe spirehæmmende virkning, medens 0,2 og 0,3 pct. forholdt sig omtrent ens.

Med det formål at få udtryk for virkningen af MH på udbyttets størrelse, kartoflernes brugsværdi og spirehæmningen, udførtes forsøg med Bintje ved Studsgaard fra 1953 og ved Tylstrup fra 1954, med Up to date og Alpha ved Jyndevad og Studsgaard fra 1954, idet dog Up to date ved Jyndevad erstattedes med Majestic

i 1955–56. Alle forsøg sluttede med afgrøden 1956 og undersøgelser foråret 1957.

Sprøjtning med MH udførtes følgende tider:

Forsøgsled	Bintje	Up to date eller Majestic	Alpha
a. 1. sprøjtning	15/7	25/7	4/8
b. 2. »	25/7	4/8	14/8
c. 3. »	4/8	14/8	24/8
d. 4. »	14/8	24/8	3/9
e. Usprøjtet			

Det blev anslået, at 1. sprøjtning skulle udføres under blomstring og 4. sprøjtning 1–2 uger før modning, og i de fleste tilfælde kom dette til at passe. I enkelte tilfælde måtte dog 1. sprøjtning forskydes nogle dage, og de senere sprøjtninger blev da forskudt et tilsvarende antal dage.

Alle år anvendtes 500 l vædske pr. ha, fordi den småtoppede Bintje ikke kunne fastholde en større vædskemængde. Der blev i alle tilfælde anvendt klæbemiddel. De to første år anvendtes 0,25 pct. MH, men da virkningen syntes at være for ringe, blev de to sidste år anvendt 0,5 pct. MH.

I gennemsnit af alle forsøgsled høstedes følgende udbytter:

	hkg kartofler pr. ha	hkg tørstof pr. ha	pct. tørstof	g pr. knold
a	239	48.4	20.3	63
b	238	48.0	20.2	63
c	242	48.9	20.2	62
d	242	48.8	20.2	62
e	244	48.7	20.0	63

Ubehandlet gav i gennemsnit af alle forsøg 5–6 hkg kartofler mere end de to første og 2 hkg mere end de to sidste sprøjtninger. Tørstofudbyttet var noget mere uregelmæssigt. Sammenligning mellem sorterne og forsøgsstederne på grundlag af gennemsnit af de to første og de to sidste sprøjtninger viste følgende i hkg pr. ha.

		2 første sprøjtetider	2 sidste sprøjtetider	ubehandlet
Jyndevad	Up to date...	233	236	234
—	Alpha.....	189	179	297
Studsgaard	Bintje.....	211	223	217
—	Up to date...	259	258	266
—	Alpha.....	236	244	244
Tylstrup	Bintje.....	307	313	303

De to første sprøjtetider gav i alle tilfælde mindre udbytte end ubehandlet undtagen Bintje ved Tylstrup. For de to sidste sprøjtetider var resultaterne mere uregelmæssige. De fundne forskelle var små og usikre, og sprøjtningen med MH har kun forårsaget en ringe eller ingen nedgang i udbyttet.

Forskellene i tørstofindhold var ligeledes små og derfor usikre, og knoldstørrelsen var omtrent ens for alle sprøjtninger og ubehandlet. Efterår og forår blev udført bestemmelse af knoldenes smag, udkogning, mørkfarvning, konsistens og indhold af ascorbinsyre. Gennemsnit for alle år og sorter viste ingen forskel med hensyn til disse egenskaber.

Forsøg med opbevaring i jordkuler gav usikre resultater, fordi de opbevarede mængder var små og opbevaringsforholdene vanskelige. Opbevaringsforsøg i hus var noget bedre. I gennemsnit gav forsøgene følgende resultater.

	Jordkuler 11 forsøg		Opbevaringshus 4 forsøg	
	vægttab	sygdomstab	vægttab	sygdomstab
Sprøjtede.....	21.6	19.8	9.2	2.6
Ubehandlede...	19.0	16.0	7.7	1.7

Både vægttab og sygdomstab var størst for kartofler efter sprøjtede planter. Ved bestemmelse af vægttabet var kartoflerne kun lidt spiret. I forbindelse med spiringsundersøgelser blev talt syge og rådne knolde, og antallet af disse var ens for alle forsøgsled.

Undersøgelse over spiring viste, at knoldene fra sprøjtede planter spirede lige så hurtigt eller kun lidt langsommere end knoldene fra de ubehandlede, og at der var ca. 1 pct. flere uspirede og ca. ½ pct. flere trægt spirende knolde fra de sprøjtede planter.

Antal spirer pr. knold var i gennemsnit af sorterne 6,5 fra ubehandlede og 9,8 fra sprøjtede, altså 50 pct. større. Efter spiringen udvikledes spirerne på knolde fra sprøjtede planter normalt, indtil de længste spirer på vedkommende knold var ca. 5 mm lange. De korte spirer kunne derefter standse længdevæksten og udvikles til stjerne- eller rosetform og efterhånden til 5 mm høje puder, der kunne dække en flade på 5–10 mm eller til en ca. 5 mm lang cylinder med stjerne- eller rosetformet spids. De længere såvel som meget korte spirer kunne udvikles normalt eller hæmmes noget i længdevækst og udvikles til tynde spirer med krøllet spids eller krøllede vinger.

I samme prøve af kartofler fra MH-behandlede planter kunne man samtidig finde knolde med lange spirer i antal svarende til antallet på knolde fra ubehandlede planter, et meget stort antal korte spirer og et mellemliggende antal spirer af forskellig længde.

Ved anvendelse af 0,25 pct. MH og 500 l vædske pr. ha var der en tydelig hæmning på Bintje ved Studsgaard 1953–54 og 1954-55, men ingen virkning ved Tylstrup 1954-55. På Up to date var der i 1954-55 stærk virkning både ved Jyndevad og Studsgaard, medens virkningen begge steder var noget mindre på Alpha.

Efter forøgelsen af koncentrationen til 0,5 pct. var der ikke bedre virkning på Bintje ved Studsgaard 1955–56 end de foregående år, men god virkning 1956-57, og ved Tylstrup var der ingen eller kun en meget ringe virkning. På Up to date og Alpha var virkningen ved Jyndevad ringere i 1955–56 og 1956–57 end i 1954–55 og ved Studsgaard var den ikke bedre.

Den bedste virkning blev opnået efter første sprøjtning, anden sprøjtning var lige så god eller kun lidt dårligere, medens der var betydelig nedgang for tredie og navnlig for fjerde sprøjtning. Særlig dårlig virkning af tredie og fjerde sprøjtning kunne falde sammen med stærkt angreb af kartoffelskimmel.

Nogle uregelmæssigheder i disse hovedtræk faldt i enkelte tilfælde sammen med enten stærk nedbør kort tid efter sprøjtningen eller sprøjtning med kobbermidler til bekæmpelse af kartoffelskimmel kort tid før eller efter sprøjtningen med MH.

Et forsøg med blanding af fungicider i MH-opløsningen viste, at kobbermidler ødelagde virkningen af MH, medens zinkmidler ikke påvirkede denne virkning.

Hovedresultaterne af disse forsøg og undersøgelser er følgende:

Sprøjtning med maleinhydrazid (MH) på de voksende planter påvirker ikke de avlede knoldes spirehastighed væsentlig. Virkningen består i en forøgelse af spirernes antal, hæmning af spirernes længdevækst og en unormal udvikling af spirerne.

Anvendelse af 500 l pr. ha af en opløsning med 0,25 eller 0,50 pct. MH giver en meget usikker virkning på længdevæksten, og virkningen kan af ukendte årsager helt udeblive.

Virkningen aftager fra blomstring til modning, og nedvisning på grund af angreb af kartoffelskimmel kan medføre en mindre virkning.

Blanding af MH-opløsning med kobberholdige fungicider forhindrer virkningen af MH, medens blanding med zinkholdige fungicider ikke påvirker virkningen.

Sprøjtning med MH i blomstringstiden eller senere påvirker ikke udbyttets størrelse eller medfører kun en ringe udbyttenedgang.

MH påvirker ikke tørstofindhold, knoldstørrelse, smag, udkogning, konsistens, mørkfarvning eller indhold af ascorbinsyre.

Vægttabet under opbevaringen synes at være større for knolde fra sprøjtede end fra ubehandlede planter.

SUMMARY

Maleic hydrazide as sprout-inhibiting agent for potatoes

After some preliminary experiments carried out in 1952 at the Experiment Station, Studsgaard, a serie of experiments were made from 1953 at Studsgaard, and from 1954 at the Experiment Stations, Jyndevad and Tylstrup according to the scheme below. All the experiments were terminated by field experiments in 1956 and examinations of sprouting in the spring 1957.

Experimental scheme:

	Bintje	Up to date or Majestic	Alpha
a. sprayed	15/7	25/7	4/8
b. »	25/7	4/8	14/8
c. »	4/8	14/8	24/8
d. »	14/8	24/8	3/9
e. not sprayed	—	—	—

The experiments on Bintje were carried out at Studsgaard and Tylstrup, whereas those on Up to date and Alpha were carried out at Jyndevad and Studsgaard.

The main results of the experiments and examinations are the following: Spraying of growing plants with maleic hydrazide (MH) does not influence the speed of sprouting very much. The effect consists in an increase of number of sprouts, restraint of their growth in length, and an abnormal development of the sprouts.

The use of 500 litres per hectare of a 0,25 per cent or 0,50 per cent MH-solution gives a very doubtful effect on the growth in length, and for unknown reasons, the effect may even fail to occur.

The effect is decreasing from flowering to ripening, and witherings owing to attack of potato blight may reduce the effect.

Addition of cupreous fungicides to the MH-solution prevents the effect of the MH, whereas addition of zinciferous ones does not influence the effect.

Spraying with MH during the flowering period or later does not influence the size of the yield or involves only a slight decrease in yield. The MH does not influence the dry matter contents, the size of the tubers, taste, boiling-out, consistency, dark-colouring, or content of ascorbic acid.

The loss of weight during storage seems to be greater for tubers from sprayed plants than for tubers from plants not subject to spraying when there was only an insignificant sprouting.

LITTERATUROVERSIGT

1. *Cunningham, H. S.*, 1953: A histological study of the influence of sprout inhibitors on Fusarium infection of potato tubers. Phytopathology 43. no. 2, 95-98.
2. *Ellison, J. H.*, 1948: Retarding sprout growth of potato tubers by spraying certain hormones on the plants during the growing season. Ph. D. Thesis. Cornell University.
3. *Ellison, J. Howard* and *H. S. Cunningham*, 1953: Effect of sprout inhibitors on the incidence of Fusarium dry rot and sprouting of potato tubers. Amer. Potato Journ. 30, 10–14.
4. *Emillson, Börje*, 1955: Treating ware potatoes with sprout inhibiting chemicals. Research in Sweden 1948-1954. Acta Agric. Scand. V; 4.
5. *Findlen, Herbert*, 1955: Effect of several chemicals on sprouting of stored table-stock potatoes. Amer. Potato Journ. 32, 159–167.
6. *Fischnich, O.* und *Chr. Pätzold*, 1956: Keimhemung bei Kartoffeln durch chemische und physikalische Massnahmen. Landbouwkundig Tijdschrift 68, 879-894.
7. *Franklin, E. W.* and *N. R. Thompson*, 1953: Some effects of maleic hydrazide on stored potatoes. Amer. Potato Journ. 30, 289-295.

8. *Hansen, Frode,* 1954: Forsøg med anvendelse af spirehæmmende midler ved opbevaring af kartofler. Tidssk. f. Pl. 58, 185-299.
9. *Highland, M. E., J. J. Licciardello* and *C. E. Cunningham,* 1952: Reducing sugar content of Maine grown potatoes treated with maleic hydrazide. Amer. Potato Journ. 29, 225-227.
10. *Kennedy, E. J.* and *Ora Smith,* 1951: Response of the potato to foliar application of maleic hydrazide. Amer. Potato Journ. 28, 701-712.
11. *Kennedy, E. J.* and *Ora Smith,* 1952: Response of seven varieties of potatoes to foliar application of maleic hydrazide. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 395-403.
12. *Marshall, E. R.,* 1951: Field and storage application of growth inhibiting substances to potatoes. Ph. D. Thesis, Cornell University.
13. *Marshall, E. R.* and *Ora Smith,* 1950: Effect of field and storage application of sprout inhibitors on potato tubers. Amer. Potato Journ. 27, 133–142.
14. *Marshall, E. R.* and *Ora Smith, 1951:* Maleic hydrazide as a sprout inhibitor for potatoes. Bot. Gaz. 112, 329–330.
15. *Paterson, D. R.,* 1952: Some effect of foliar sprays of maleic hydrazide on the post-harvest physiology of potatoes, onions, and certain vegetable root crops. Ph. D. Thesis. Michigan State College. (Refereret efter forfatterens resumè i (22)).
16. *Paterson, D. R., S. H. Wittwer, L. E. Weller* and *H. M. Sell,* 1952: The effect of preharvest foliar spray of maleic hydrazide on sprout inhibition and storage quality of potatoes. Plant Physiol. 27, 135-142.
17. *Payne, Merle G.* and *J. L. Fults,* 1955: The effect of maleic hydrazide and 2.4.D on reducing sugars and sucrose of red Mcctures potatoes. Amer. Potato Journ. 32, 144–149.
18. *Rao, S. N.* and *S. H. Wittwer,* 1955: Further investigations on the use of maleic hydrazide as a sprout inhibitor for potatoes. Amer. Potato Journ. 32, 51–59.
19. *Salunkhe, D. K., S. H. Wittwer, E. J. Wheeler* and *S. F. Dexter,* 1953: The influence of a preharvest foliar spray of maleic hydrazide on the specific gravity of potatoes and the quality of potato chips. Food Research 18, 191–196.
20. *Schone, D. L.* and *O. L. Hoffman,* 1949: Maleic hydrazide, a unique growth regulant. Science 109, 588–590.
21. *Wilson, A. R.,* 1955: Recent research in England ond the use of maleic hydrazide for depression of sprouting in ware potatoes. 3rd. Informal Conference on Potatoes (ikke publiceret).
22. *Lukel, J. W.,* 1953: Literature summary on malaic hydraside. Naugatuck Chemical International Division, U. S. Rubber International Corporation, New York, March 1, 18 s.

Forsøg med udbringningstider og mængder af salpetergødning til jordbær. 1952-54 og 1956-58

Ved Aksel Henriksen

604. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Resultaterne i denne beretning giver oplysning om virkningen af forskellige salpetermængder udbragt på forskellige tidspunkter til en jordbærkultur. Forsøgene er udført i 1952–54 og 1956–58 ved Spangsbjerg og Virum og i 1956–58 ved Blangstedgaard. Meddelelse nr. 622 omhandler disse forsøg.

Beretningen er udarbejdet af assistent *Aksel Henriksen*, Spangsbjerg.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Forsøgene er udført på svær lermuldet jord ved Blangstedgaard, på let lermuld ved Virum og på god sandmuld ved Spangsbjerg, og er gennemført i 1952–54 og 1956–58. Vejrforholdene ved Spangsbjerg og Virum i første forsøgsserie var de samme. Mild vinter i 1951–52 og kølig i 1953–54. Månederne maj–juni lå nær normalen og i 1953 høj temperatur i juli. Vinter- og forårsnedbøren var ret normal, særlig stor i juli 1953 ved Spangsbjerg og i 1954 ved Virum. I den anden forsøgsserie var vinteren 1956–57 ualmindelig mild med et lille antal frostdage, medens 1955–56 og 1957–58 blev ret kolde, især februar 1956. Dette år havde enkelte frostdage helt hen i maj. Månederne april–maj 1958 var kølige. Vinter- og forårsnedbøren var stor alle år ved Spangsbjerg og ligeledes rigelig i maj og juli 1958 ved Blangstedgaard og Spangsbjerg.

De forskellige års vejrlig har tilsyneladende ingen kendelig virkning haft på udbyttet. Planterne er overvintret godt, og der er kun i 1958 noteret, at sidste del af høsten af Abundance er præget af det kølige, våde vejr.

Forsøgsplanen og dens udførelse

Der har været prøvet 3 mængder salpeter, henholdsvis 200, 400 og 800 kg kalksalpeter pr. ha, hver med 3 udbringningstider: forår, ved blomstring og efter høst, og disse forsøgsled er sammenlignet med ingen salpetertilførsel.

Som grundgødning er brugt svovlsur kali, ved Blangstedgaard 200–300 kg, ved Spangsbjerg 200–400 kg og ved Virum 300 kg/ha. I 1957 er der ved Spangsbjerg brugt kalimagnesium. Af superfosfat er der tilført henholdsvis 100–200 kg, 300–400 kg og 200–300 kg/ha.

Efter forsøgenes afslutning i 1958 er der foretaget jordbundsanalyser, med følgende resultater:

	Rt	T_K	Ft
Blangstedgaard	7.1	13.1	7.1
Spangsbjerg	6.2	11.5	5.7
Virum	6.6	16.5	13.5

I første forsøgsserie var der 4 fællesparceller, ved Spangsbjerg 2 med sorten Freja og 2 med Dybdahl og ved Virum alle med Dybdahl. Den anden serie havde 6 fællesparceller, 3 med Dybdahl og 3 med Abundance, ved Virum dog kun den sidstnævnte sort. Parcelstørrelsen var 13–16 m², ca. 350 plt. pr. a. Ialt 8 forsøg og 20 høstår.

Plantningen er foretaget ved Blangstedgaard den 31/8-1955, ved Spangsbjerg 28/8-1951 og 13/9-1955 og ved Virum 7/8-1951 og 14/5-1956.

Gennem hele forsøgsperioden er der vandet efter behov, ved Spangsbjerg dog kun i 1958. Der er i almindelighed pudret med D.D.T.-midler før blomstring og i enkelte år sprøjtet med Systox efter bærhøst.

Plukketidens begyndelse er i 1952–54 ens for alle år og ved begge forsøgssteder fra 18-23/6, medens den i 1956–58 var lidt senere og lå omkring 1. juli. I Abundance er høsten begyndt ca. 1 uge senere.

Høsten af Dybdal er begyndt året efter plantningen og omfatter 3 høstår, medens udbyttet af Abundance først er bestemt i det 2. år og derfor kun med 2 høstår.

Ved plukning er bærrene sorteret efter størrelse og kvalitet i store og middel, små samt syge og frasorterede, ligeledes er bærstørrelsen bestemt.

Planterne er holdt i blokke. Rankerne er fjernede i august og rankemassen vejet.

Gennem hele vækstperioden i årene 1957 og 1958 er der ved Spangsbjerg foretaget nitratbestemmelser i pløjelags dybde. Tabel 1 viser, at de forskellige forsøgsleds kvælstofniveau kendes tydeligt på nitrattallene, der stiger stærkt for øgede salpetermængder i 1957.

Tabel 1. Nitratbestemmelser, gennemsnit af prøveudtagningerne

Tidspunkt:	Antal prøver	ingen	kg salpeter/ha: 200 forår	200 ved blm.	200 eft. høst	400 forår	400 ved blm.	400 eft. høst	800 forår	800 ved blm.	800 eft. høst
1957											
Før udbringning	1	0	5	10	10	5	10	10	5	5	10
Efter udbringn.:											
Forår $^{17}/_{4}$-$^{18}/_{6}$	4	5	13	6	5	20	5	6	25	6	5
Ved blm. $^{19}/_{6}$-$^{18}/_{7}$	2	3	13	25	5	35	30	5	43	50	5
Eft. høst $^{19}/_{7}$-$^{12}/_{8}$	2	5	8	15	18	23	35	30	13	40	43
» » $^{13}/_{8}$-$^{18}/_{9}$	2	5	5	3	5	8	8	5	3	5	10
1958											
Før udbringning	1	0	5	5	5	0	5	0	5	5	5
Efter udbring.:											
Forår $^{24}/_{4}$-$^{16}/_{7}$	3	0	5	5	5	15	2	3	28	3	3
Ved blm. $^{17}/_{6}$-$^{18}/_{7}$	3	3	3	5	2	5	12	3	12	15	2

Der er mindre stigning i nitrattallene i 1958, hvilket antagelig skyldes den større nedbørsmængde. Nedbøren var i de 4 perioder:

	1.	2.	3.	4.
1957.....	51 mm	47 mm	60 mm	185 mm
1958.....	85 mm	78 mm+vanding 20 mm		

Den noget tørre vækstperiode i 1957 har hemmet udvaskningen af kvælstoffet, først i september har nedbøren og planternes optagelse udvisket forskellen mellem forsøgsleddene. Derimod har den rigelige nedbør i 1958 hurtigt sænket nitrattallene, men der er dog også her en stigning efter øgede salpetermængder.

Forsøgenes resultater

Tabel 2 med det gennemsnitlige årlige bærudbytte for de enkelte sorter og forsøgssteder viser, at Blangstedgaard gennemgående har haft det højeste udbytteniveau og Virum og Spangsbjerg har ligget nogenlunde på linie.

Salpetergødningernes virkning har været noget forskellig. På Spangsbjerg har den kraftigt voksende sort *Freja* givet et merudbytte for op til 400 kg salpeter og bedst givet efter høst.

Den middelkraftigt voksende sort *Dybdahl* har på Blangsted-

Tabel 2. Årligt bærudbytte, gennemsnit. Sammendrag af sorter og forsøgssteder

		Salpeter kg/ha:								
Udbringn.tid:	ingen	200 forår	200 ved blm.	200 eft. høst	400 forår	400 ved bml.	400 eft. høst	800 forår	800 ved blm.	800 eft. høst
					kg/a					
Freja										
Sp. 1952–54..	78.6	82.6	74.4	99.3	90.6	88.2	97.2	86.4	91.6	97.6
Dybdahl										
Bl. 1956–58..	81.5	95.5	90.9	93.6	98.1	94.6	101.1	96.5	105.4	107.2
Sp. 1952 54..	67.5	60.3	69.2	73.5	62.1	62.8	71.4	61.1	68.7	66.7
Sp. 1956–58..	77.5	76.7	75.4	84.0	84.5	82.6	83.0	69.1	78.2	85.6
Vi. 1952–54..	82.8	83.3	84.9	81.2	76.1	83.6	77.2	74.7	77.5	81.0
*Abundance**										
Bl. 1957–58..	78.3	109.5	103.7	106.2	117.1	118.2	118.8	86.8	80.4	87.1
Sp. 1957–58..	114.6	94.0	99.5	110.9	101.1	106.9	105.0	111.9	109.6	105.2
Vi. 1957.....	99.5	100.0	99.0	86.8	102.1	83.0	81.8	93.5	82.4	78.3
Blangstedg. 5**	80.2	101.1	96.0	98.6	105.7	104.1	107.6	92.6	95.4	99.2
Spangsbj. 11	81.8	77.0	77.8	90.2	83.1	83.2	87.7	79.4	85.0	87.3
Virum 4	87.0	87.5	88.5	82.6	82.6	84.5	78.6	79.4	78.7	80.3
					Forholdstal					
Blangstedg....	100	126	120	123	132	130	134	115	119	124
Spangsbjerg..	100	94	95	110	102	102	107	97	104	107
Virum.....	100	101	102	95	95	97	90	91	90	92

* Stort gennemsnitsudbytte, da der kun er høstet udbytte 2. og 3. år efter plantningen.

** Antal forsøg.

gaard givet et stigende merudbytte på 15, 20 og 26 pct. for de 3 salpetermængder, bedst udbragt efter høst. På Spangsbjerg i 1952–54 har Dybdahl ikke reageret på tilført salpeter og i 1956–58 er kun opnået et meget beskedent og usikkert merudbytte for tilførsel af 200–800 kg salpeter efter høst. På Virum er der nærmest tendens til faldende udbytte for salpetertilførsel.

Den svagtvoksende *Abundance* har på Blangstedgaard givet et godt merudbytte for tilførsel af op til 400 kg salpeter, og tidspunktet for udstrøningen er tilsyneladende uden betydning. For 800 kg salpeter er der en tydelig udbyttenedgang. På Spangsbjerg og Virum er der udbyttenedgange for tilførsel af salpeter.

I tabel 3 er redegjort for bærkvaliteten i de forskellige forsøgsled, og det ses, at der ingen væsentlige forskelle er, hverken med hensyn til salpetermængder eller udbringningstider.

Tabel 3. Sortering af bærrene. Gns. alle forsøg og år

Gødning:	Store-middel pct.	Små pct.	Syge-fras. pct.	Ialt kg/a
Ingen salpeter	77	14	9	82.4
200 kg » pr. ha ...	78	12	10	86.8
400 kg » » » ...	77	12	11	89.3
800 kg » » » ...	78	11	11	86.0
Udbringningstid:				
Forår	78	12	10	85.5
Ved blomstring	78	12	10	86.4
Efter høst	78	12	10	90.2

I tabel 4 er meddelt et sammendrag af forsøgsresultaterne og med forbehold for de tidligere nævnte sortsvariationer kan det dog mere generelt siges, at på Blangstedgaard med den svære lermuld er opnået et antageligt merudbytte ved tilførsel af op til 400 kg salpeter pr. ha. På Spangsbjerg er kun opnået betydende merudbytter for den kraftigt voksende sort Freja. Ved Virum har der nærmest været en tendens til udbyttetilbagegang for salpetertilførsel. Salpetermængder og udbringningstider influerer ikke nævneværdigt på bærstørrelsen. Derimod giver stigende salpetermængde større rankemasse, og særlig hvis den udbringes om foråret.

Tabel 4. Sammendrag af forsøgsresultaterne. Gns. af alle år og forsøg

	Udbytte ialt kg/a			Forholdstal			100 bær g	Rankemasse *	
	Blang-sted-gaard	Spangs-bjerg	Virum	Blang-sted-gaard	Spangs-bjerg	Virum		kg/a	for-holds-tal
Gødning, gns. 3 udbringningstider kg/ha									
Ingen	80.2	81.8	87.0	100	100	100	692	40.4	100
200 salpeter...	98.6	81.7	86.2	123	100	99	697	41.8	103
400 » ...	105.8	84.7	81.9	132	104	94	700	42.0	104
800 » ...	95.7	83.9	79.5	119	103	91	707	45.4	112
Udbringstid, gns. 3 gødningsmængder									
Forår	99.8	79.8	83.2	100	100	100	707	48.5	100
Ved blomstring	98.5	82.0	83.9	99	103	101	709	42.5	88
Efter høst.....	101.8	88.4	80.5	102	111	97	688	38.2	79

* Gns. for Freja og Dybdahl fra 11 forsøg.

SUMMARY

During the years 1952 54 and 1956–58, experiments on fertilizing of strawberries with nitrate of calcium were carried out at the State Research Stations Blangstedgaard, Spangsbjerg and Virum.

The application was 200, 400 and 800 kilos of nitrate of calcium per ha, supplied either in spring, in the flowering season, or after the berries were picked. A total of 8 experiments comprising 20 harvest years were carried out.

On the basis of table 4, and subject to variety variations the following conclusions might be drawn.

At Blangstedgaard (with heavy loam) there was an acceptable increase in yield by supplying up to 400 kilos nitrate of calcium per ha. At Spangsbjerg (with sandy loam) there was an appreciable increase in yield for the very vigorous growing variety Freja only, and at Virum (with light loam) there was almost a tendency to a decrease in yield after supplying nitrate of calcium. The amount of nitrate and the time of supplying it had no noticeable effect on the size of the berries. Whereas increasing amounts of nitrate gave more runners, especially when given in springtime.

Beskæringsforsøg med æbletræer

Ved J. Vittrup Christensen

605. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Nærværende beretning meddeler foreløbige resultater af nyt beskæringsforsøg med æbletræer udført ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, i årene 1947-58. Forsøgene fortsætter.

Beretningen er udarbejdet af forsøgsassistent *J. Vittrup Christensen.*

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLD

	Side
Indledning og forsøgsplan	455
Alm. oplysninger om forsøgsvilkårene	457
Forsøgsresultater	458
Cox's Orange	458
Graasten	462
Ingrid Marie	467
Jonathan	473
Sammendrag	477
Konklusion	478
Summary	479

Indledning og forsøgsplan

Hvor kraftigt og efter hvilket system, frugttræer skal beskæres, har været og er tildels endnu et stående diskussionsemne. Statens forsøgsvirksomhed optog på et forholdsvis tidligt tidspunkt spørgsmålet til forsøgsmæssig belysning. Allerede i 1919 anlagdes ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, et forsøg med svagere og kraftigere beskæring af æbletræer. Resultater er udsendt i 241. meddelelse og 452. beretning i Tidsskrift for Planteavl.

Disse – såvel som andre danske og udenlandske forsøg – viser, at beskæringen bevirker tiltagende skudvækst, aftagende antal

frugter og stigende frugtstørrelse, alt i forhold til hvor kraftig en beskæring, der udføres.

At også træets størrelse og form påvirkes af beskæringen medfører, at der jævnligt fremkommer standardmetoder for beskæring. Sådanne metoder bevares vel sjældent i den oprindelige form, men tillempes i reglen efter stedlige forhold og sortiment.

Det forsøg, der her omtales, anlagdes ved Blangstedgaard i 1947 efter følgende plan:

a. ubeskåret
b. fornyelsesbeskæring (engelsk metode)
c. Oeschberg-schnitt (spec. schweizisk metode)
d. lang spore
e. kort spore

a. I dette forsøgsled udførtes ingen egentlig beskæring, kun fjernedes syge, knækkede eller på anden måde beskadigede grene. I det følgende er dette forsøgsled betegnet som ubeskåret.

b. *Fornyelsesbeskæring* (Renewal Pruning) er meget udførligt beskrevet af *Thompson* (6). Ved denne beskæringsmetode bevares flest mulige af årsskuddene, som så andet år vil sætte frugtknopper. For at opnå en nogenlunde konstant mængde af disse skud, fjernes ved beskæringen de treårige grene eller grenpartier, som den forløbne sommer har båret frugt. Til erstatning for disse må der tidligere – ved eventuel tilbagebeskæring – være fremtvunget velplacerede nye skud, som ved fjernelse af den treårige gren allerede må have dannet frugtsporer, det vil i almindelighed sige, at den skal være 2 år gammel. Alle spidse vinkler undgås ved årligt på dødssnit at fjerne det øverste sideskud. Der foretages ingen tilbageskæring af årsskud.

c. *Oeschbergbeskæring* (efter Spreng) (5) fra frugtavlerskolen i Oeschberg er en i Schweiz meget benyttet beskæringsmetode i deres ret extensive frugtavl med højstammede, store træer, der endnu er meget udbredt i Schweiz. Oeschbergbeskæring er medtaget i dette forsøg, men i noget modificeret form for vor mere intensive frugtavl. På de unge træer udvælges 4-5 velplacerede grene til ledegrene, som sammen med en midterstamme udgør skelettet i træet. Disse ledegrene og midterstammen skæres hvert år kraftigt tilbage over en udadvendt knop. Af sekundære skud på ledegrenene bevares de til siden og nedad ret-

tede, mens alle skud, der har retning mod træets centrum, fjernes. På midterstammen tilstræbes en spindelformet fordeling af grenene, som dog kun tillades en sådan længde, at de ikke generer ledegrenene. Træer, opbygget efter denne metode, vil efterhånden blive meget brede og høje, da midterstammen stadig bevares og udbygges med bæregrene.

d. »*Lang spore*«. Træerne er tiltrukket med 4-6 ledegrene, der årligt tilbageskæres kraftigt. Alle sideskud på ledegrenene skæres tilbage over 5-8 knopper – eller 20-30 cm længde.

e. »*Kort spore*« er som d, blot skæres sideskuddene tilbage over 3-5 knopper eller 10-20 cm længde.

Alm. oplysninger om forsøgsvilkårene

Plantemateriale. I forsøget benyttedes 4 sorter, alle på to grundstammer. Cox's Orange og Graasten på M IX og M XVI blev plantet efterår 1947, Ingrid Marie på M II og M XVI og Jonatan på M IV og M XVI, plantet efterår 1949. Planteafstanden var til Cox's Orange 4×3,5 m og til de øvrige sorter 5×3,5 m. Forsøgsparcellen omfattede for de tre førstnævnte sorter 8 træer, og der anvendtes to fællesparceller, ialt 16 træer pr. forsøgsled. For Jonathan dog kun det halve antal træer.

Rydning. I Cox's Orange og Graasten på M XVI blev det i 1956 nødvendigt at rydde hver anden række og i de tre første forsøgsled hvert andet træ, således at der for disse forsøgsled fra høsten 1956 kun har været 4 forsøgstræer ialt.

Jordbunds- og gødskningsforhold. Forsøgsarealet, der er svær lermuldet jord på lerunderlag, var ved forsøgets anlæg velgødet (jordbundsanalysen viste i 1946 i de øverste 20 cm: Rt 7,1, Ft 21,5, T_K 17,5). Der blev ingen gødning tilført de første år. Siden 1954 er der pr. ha tilført 3-500 kg kalksalpeter og 2-300 kg 50 pct. kaligødning årligt. I nogle år også 200 kg superfosfat. Kali- og fosforsyregødning er udbragt om efteråret, kvælstofgødning tidligt i foråret. I 1958 er jordbundsanalyser udtaget i 2 dybder, 0-20 cm og 20-40 cm dybde. Analysetallene i 0-20 cm var: Rt 7,0, Ft 9,2 og T_K 17,2, T_{Mg} 7,8. I 20-40 cm: Rt 7,3, Ft 6,8, T_K 4,1 og T_{Mg} 9,1.

Jordbearbejdning. Til og med 1954 er der gennemført vinterskrælpløjning + alm. renholdelse til ca. 1. juli, hvorefter der er

sået sneglebælg (*Medicago lupulina*) til nedpløjning følgende vinter. Fra 1955 er der ikke pløjet, men fra tidligt forår kørt flere gange med tallerkenharve indtil ca. 1. juli, hvorefter sneglebælg og ukrudt har groet frit, dog slået flere gange i løbet af eftersommeren.

Sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse har været gennemført rationelt som god praksis.

Forsøgsresultater

COX'S ORANGE

Træernes vækst

Træernes størrelse udtrykt i kronediameter og træhøjde, målt i 1958, er vist i tabel 1.

Tabel 1. Kronediameter og træhøjde i m 1958

	Cox's Orange M IX		Cox's Orange M XVI	
	diameter	højde	diameter	højde
a	3.3	2.5	4.9	4.2
b	3.3	2.7	4.5	4.0
c	3.5	2.6	4.7	4.9
d	3.2	2.2	3.2	4.5
e	2.8	1.7	3.1	4.3

Træernes bredde er ikke i de tre første forsøgsled reelt forskellige på nogen af grundstammerne, men de sporebeskårne træer især på den kraftige grundstamme er væsentlig smallere end i de øvrige forsøgsled. De sporebeskårne træer på M IX er lavere end de øvrige forsøgsled. Oeschberg-beskæring har på den kraftige grundstamme M XVI givet de højeste træer, mens de øvrige forsøgsled har givet lige høje træer.

Tabel 2. Vægt af afskårne grene 1954-58

	kg pr. træ				
	a	b	c	d	e
Cox's Orange M IX	3.9	9.5	7.7	5.9	2.0
» » M XVI	17.6	67.2	35.2	45.2	32.3

Træerne på den svage grundstamme M IX har de senere år kun haft en ringe tilvækst, hvorfor der kun er fjernet en ringe mængde

grene. Ved fornyelsesbeskæring er der naturligt fjernet mest materiale, da denne beskæringsmetode giver størst mulighed for at fjerne større grenpartier.

Beskæringsarbejdet

Den tid, der er gået ved beskæringsarbejdet, er målt i årene 1954-58.

Tabel 3. Beskæringstid 1954-58

	Ialt min. pr. træ				
	a	b	c	d	e
Cox's Orange M IX	5	14	17	28	12
» » M XVI	20	70	79	135	123

Selvom sporebeskæringen er simpel og ikke skaber spekulationer af nogen art, viser tabellen, at sporebeskæringen er en særdeles arbejdskrævende beskæringsmetode, især til kraftigvoksende træer.

Frugtudbytte

Frugtudbyttets størrelse gennem årene i gennemsnit af to-års perioder har været følgende:

Tabel 4. Årligt frugtudbytte 1949-58, kg pr. træ

Cox's Orange M IX						Ialt
	1949—50	1951—52	1953—54	1955—56	1957—58	1949—58
a	1.5	3.5	9.5	11.0	15.7	82
b	1.0	2.3	10.7	12.9	14.7	83
c	0.9	2.3	8.8	12.1	20.4	89
d	1.1	3.2	9.7	8.9	14.6	75
e	1.7	3.1	7.6	8.6	11.6	65
Cox's Orange M XVI						
a	0.4	2.4	9.4	18.9	39.5	141
b	0.3	1.3	12.2	22.1	30.9	133
c	0.1	0.2	6.7	22.7	41.3	142
d	0.1	0.6	9.0	6.0	16.1	64
e	0	0.4	6.4	3.0	7.5	35

På den svage grundstamme M IX har udbyttet været af omtrent samme størrelse i forsøgsleddene a, b og c. Den fundne forskel i

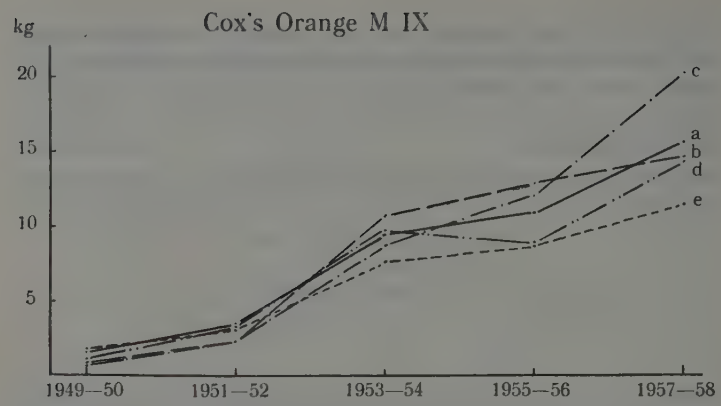

Fig. 1. Cox's Orange M IX. Årligt frugtudbytte 1949-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

totaludbyttet er ikke statistisk sikker. Sporebeskæring har bevirket mindre udbytte, forskellen er ikke stor, men dog reel.

Heller ikke på den kraftige grundstamme M XVI har der været sikre forskelle mellem de tre første forsøgsled, men derimod en meget stærk udbyttenedgang for den kraftige beskæring. Kortsporebeskårne træer har således kun givet ¼ af, hvad der er opnået på ubeskårne træer.

På figur 1 og 2 er frugtudbyttet angivet grafisk. Heraf fremgår, at de sporebeskårnes lave udbytte har været særligt udpræget de senere år, især på den kraftige grundstamme.

Frugtstørrelse

Ved plukning er alle frugter talt og vejet, hvorefter frugtstørrelsen er beregnet for hvert træ.

Tabel 5. Frugtstørrelse, g pr. æble

Gennemsnit 1949—58

	a	b	c	d	e
Cox's Orange M IX	103	101	99	106	104
» » M XVI....	106	108	111	113	116

Alle behandlinger har på den svage grundstamme givet frugter af omtrent samme størrelse, i alle tilfælde uden sikre forskelle.

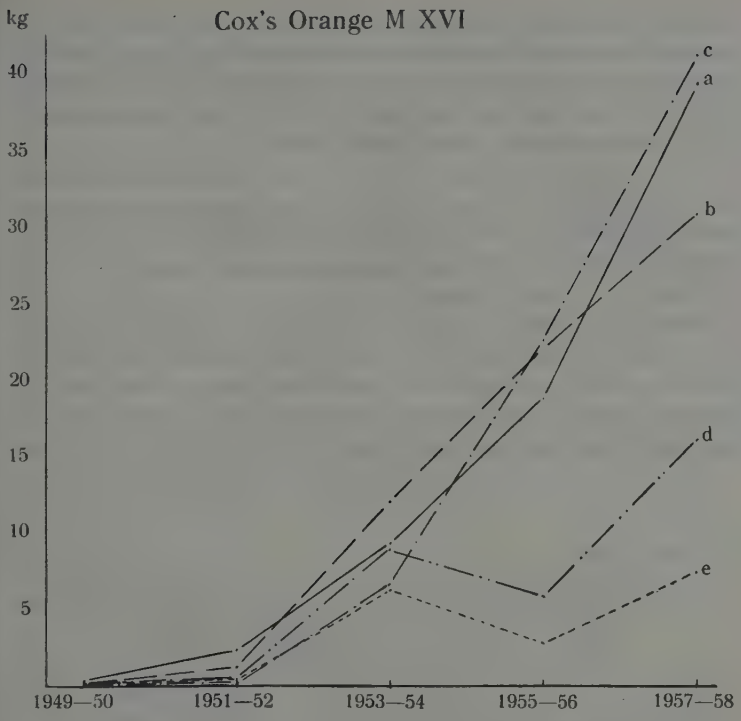

Fig. 2. Cox's Orange M XVI. Årligt frugtudbytte 1949-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

På den kraftige M XVI har frugtstørrelsen været svagt stigende fra a-e, men forskellene er knapt nok sikre, kun e kan skilles fra de øvrige. Tallene viser derimod, at alle forsøgsled har givet større frugter på M XVI end på M IX.

Resume

Cox's Orange på M IX har ikke på noget område givet større udslag for nogen beskæringsmetode, hvorimod samme sort på den kraftige grundstamme har været stærkt påvirket af beskæringen. Sporebeskårne træer er meget smalle og opadstræbende, hvilket må ses i forbindelse med det meget lave udbytte, der er opnået

på disse træer. Den kraftige beskæring har stimuleret træernes skudproduktion og dermed hæmmet bæringen så meget, at der ikke har været tilstrækkelig stor mængde frugt til at trykke grenene ud mod siderne. Som følge af den rigelige skuddannelse har beskæringsarbejdet været meget stort.

Ved fornyelsesbeskæring er der fjernet den største mængde grene, men det har alligevel været den mindst arbejdskrævende beskæringsmetode. Træer, beskåret efter den metode, er naturligvis ikke så tætte som ubeskåret, men dette forhold har endnu ikke givet udslag i frugtstørrelsen.

Træerne uden beskæring har i disse forsøg indtil nu formået at bære frugter frem til en tilfredsstillende størrelse. Oeschberg-beskæring giver gennemgående høje træer og ret stort beskæringsarbejde, men udbyttet og frugten har været af samme størrelse som forsøgsleddene a og b.

GRAASTEN

Træernes vækst

Træernes kronediameter og højde var i 1958 følgende:

Tabel 6. Kronediameter og træhøjde i m 1958

	Graasten M IX		Graasten M XVI	
	diameter	højde	diameter	højde
a	4.0	3.1	4.4	5.0
b	4.0	3.4	5.3	4.6
c	4.3	4.2	4.8	4.9
d	3.4	2.7	3.7	4.5
e	3.6	2.7	3.8	4.8

Sporebeskæring har på begge grundstammer givet de smalleste træer. Fornyelses- og Oeschberg-beskæringen har især på den kraftige grundstamme givet de bredeste træer. Oeschberg-beskæringen har givet de højeste træer på M IX, medens træerne har været af omtrent samme højde på M XVI.

Tabel 7. Vægt af afskårne grene 1954-58, ialt kg pr. træ

	a	b	c	d	e
Graasten M IX	5.7	18.7	16.4	11.1	10.5
» M XVI	10.2	32.9	18.3	24.9	26.7

Ved fornyelsesbeskæring fjernes flest grene, men trods dette er træerne dog ikke blevet mindre end træer uden beskæring, men mere åbne. Ved sporebeskæring er der kun fjernet årsskud, men disse udgør alligevel en anselig vægtmængde.

Beskæringsarbejdet

Den anvendte beskæringstid var i årene 1954-58 følgende:

Tabel 8. Beskæringstid 1954-58, ialt min. pr. træ

	a	b	c	d	e
Graasten M IX	6	22	29	52	44
» M XVI	12	33	49	93	102

Sporebeskæring har været meget arbejdskrævende, og der har ingen forskel været mellem lang- og kortspore. Ved fornyelsesbeskæring, hvor der er fjernet den største grenmasse (tabel 7), er beskæringsarbejdet udført på kortest tid.

Frugtudbytte

Frugtudbyttets størrelse gennem årene har været følgende:

Tabel 9. Årligt frugtudbytte 1949-58, kg pr. træ

Graasten M IX	1949—50	1951—52	1953—54	1955—56	1957—58	Ialt 1949—58
a	1.4	6.2	18.4	24.6	26.5	154
b	2.3	8.7	23.7	25.1	25.1	170
c	1.3	6.9	18.1	26.0	30.3	165
d	2.4	7.4	15.4	18.4	19.6	126
e	1.2	6.7	13.0	16.2	12.4	100
Graasten M XVI						
a	0	1.1	20.6	28.0	57.8	215
b	0	0.9	35.9	53.1	53.4	286
c	0	0.4	17.2	43.9	62.5	248
d	0	0.3	10.4	18.8	17.4	94
e	0	0	4.9	9.9	8.6	47

På den svage grundstamme M IX har frugtudbyttet gennem alle årene i de moderat beskårne forsøgsled været af omtrent samme størrelse, mens sporebeskæringen har ligget noget lavere. Men

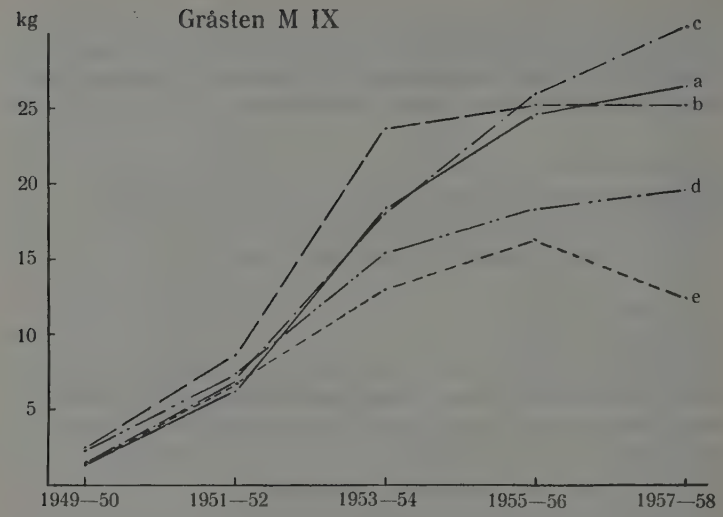

Fig. 3. Graasten M IX. Årligt frugtudbytte 1949-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

bag gennemsnitstallene ligger der en del variation fra træ til træ, således at en variansanalyse kun kan skille forsøgsled e fra de øvrige.

For den i sig selv kraftigvoksende sort på en så kraftig grundstamme som M XVI har sporebeskæringen nedsat frugtudbyttets størrelse meget. Kort sporebeskæring har kun givet en femtedel af ubeskårne træers udbytte. Af de mere moderatbeskårne forsøgsled ligger fornyelsesbeskæring højest, men forskellen er knap nok sikker.

Graasten på M XVI er den kombination i forsøget, der giver det største udbytte pr. træ, men også de største træer.

I den grafiske opstilling fig. 3 og 4 ses tydeligt, at de hårdt beskårne forsøgsled alle år har ligget meget lavt i udbytte, især på den kraftige grundstamme M XVI. Den stærkt udprægede hvert-andet-års-bæring, der gør sig stærkt gældende for denne kombination, er slået igennem i kurverne trods de her anvendte to-års perioder.

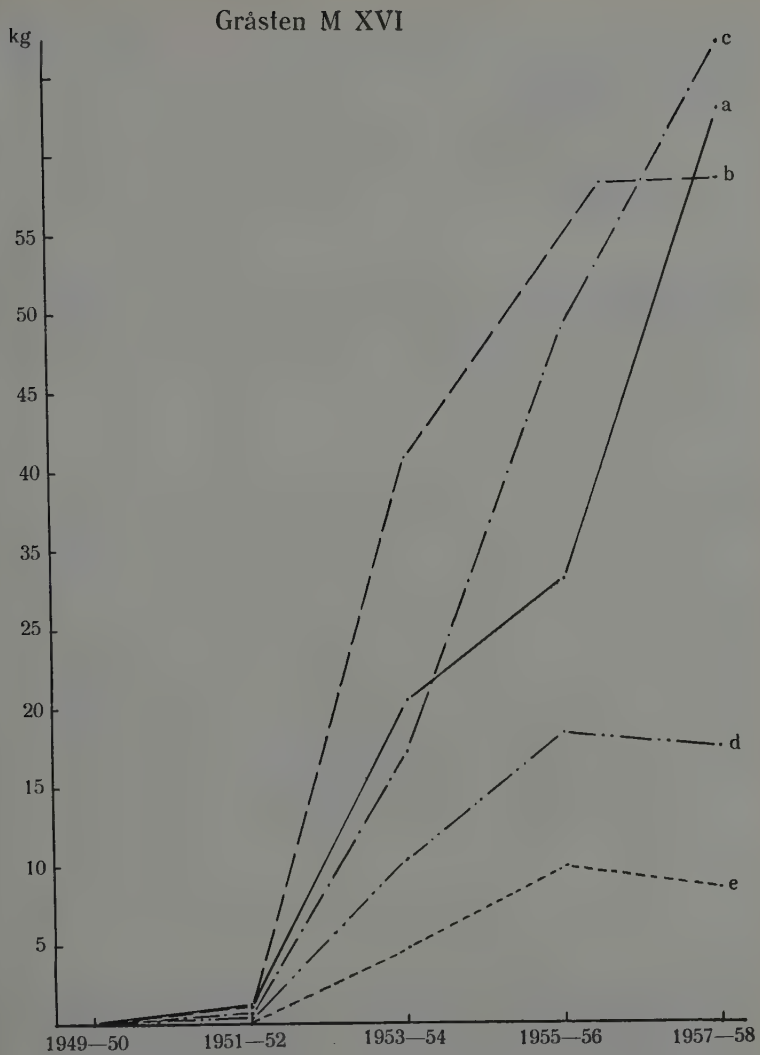

Fig. 4. Graasten M XVI. Årligt frugtudbytte 1949-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

Frugtstørrelse

Den gennemsnitlige frugtstørrelse for den samlede frugtmængde er opført i tabel 10.

Tabel 10. Frugtstørrelse, gensn. 1949-58, g pr. æble

	a	b	c	d	e
Graasten M IX	135	144	146	159	161
» M XVI	120	125	128	141	146

På begge grundstammer har frugtstørrelsen været stigende fra ubeskåret til sporebeskæring. Forskellen mellem b og c på begge grundstammer og mellem d og e på M IX er dog ikke reelle. I modsætning til Cox's Orange har Graasten givet de største frugter på den svage grundstamme.

Hvert-andet-års-bæring

For Graasten, der er en typisk hvert-andet-års-bærende sort, er undersøgt, om beskæringen har haft nogen indflydelse på denne uheldige bæreform. (Efter en metode udarbejdet af *Hoblyn* m.fl.) (2). Til at betegne bæringens regelmæssighed er brugt de to symboler »B« og »I«. »B« er et groft udtryk for, om der overhovedet forefindes hvert-andet-års-bæring. Hvis et træ er fuldstændigt vekselbærende, vil »B« være 100, men vil være 0 ved stadigt stigende eller stadigt faldende udbytter. »I« er et udtryk for intensiteten, idet »I« vil være 0, hvis to på hinanden følgende år har samme udbytte og 1, hvis udbyttet det ene af årene er 0.

Tabel 11. Opgørelse af hvert-andet-års-bæring 1952-58

	a		b		c		d		e	
	B	I	B	I	B	I	B	I	B	I
Graasten M IX	93	0.84	93	0.84	86	0.70	97	0.68	93	0.66
» M XVI ...	90	0.70	100	0.92	90	0.74	100	0.87	90	0.78

For alle forsøgsled har »B«-værdierne været meget høje, hvilket viser, at vekselbæringen har været meget udpræget. Intensiteten har ligeledes været stor, men er på den svage grundstamme faldende med stærkere beskæring. Derimod har den stærke beskæring på den kraftige grundstamme M XVI endnu ikke formået at udjævne bæringen.

Resume

De moderate beskæringsmetoder, fornyelsesbeskæring og Oeschberg har ikke påvirket træernes størrelse væsentligt, men træerne er meget mere åbne end de ubeskårne, der efterhånden er blevet meget tætte. Sporebeskæring på en kraftig sort som Graasten har især på den kraftige grundstamme M XVI medført, at træerne er blevet meget smalle. Sidstnævnte beskæringsmetode har været meget arbejdskrævende.

En så kraftigtvoksende sort som Graasten på en kraftig grundstamme har slet ikke kunnet tåle den hårde sporebeskæring, der har givet en meget stor udbyttenedgang. Træer på den svage grundstamme M IX har bedre tålt sporebeskæringen. Langsporebeskæringen har således givet omtrent lige så stort udbytte som de moderatbeskårne forsøgsled, der ikke viste sikre forskelle. Kortsporebeskæringen har givet en sikker udbyttenedgang.

Derimod er der målt sikre forskelle på frugtstørrelsen efter forskellig behandling, således at størrelsen er stigende med den hårdere beskæring.

INGRID MARIE

Træernes vækst

Træernes kronediameter og højde var i 1958 følgende:

Tabel 12. Kronediameter og træhøjde i m 1958

	Ingrid Marie M II		Ingrid Marie M XVI	
	diameter	højde	diameter	højde
a	2.9	2.1	3.7	3.4
b	2.6	2.0	3.8	3.3
c	2.6	2.0	3.7	3.4
d	2.0	2.0	2.0	2.8
e	1.7	2.0	1.9	3.1

De forskellige beskæringer har ikke haft nogen indflydelse på træernes højde. Derimod er træernes bredde på begge grundstammer stærkt påvirket af beskæringen. De sporebeskårne træer er blevet meget smalle. På den kraftige grundstamme M XVI har den moderate beskæring således givet ca. dobbelt så brede træer som kortsporebeskæring.

Tabel 13. Vægt af afskårne grene 1954-58, ialt kg pr. træ

	a	b	c	d	e
Ingrid Marie M II.....	0.9	3.2	2.4	3.9	4.5
» » M XVI.....	5.4	19.3	15.2	16.9	20.2

I modsætning til de tidligere omtalte sorter er der her fjernet omtrent lige store grenmængder ved alle beskæringsmåder. Skudproduktionen efter sporebeskæring på M XVI har været meget stor.

Beskæringsarbejdet

Beskæringstiden i årene 1954-58 var følgende:

Tabel 14. Beskæringstid 1954-58, ialt min. pr. træ

	a	b	c	d	e
Ingrid Marie M II.....	3	6	8	20	24
» » M XVI.....	8	22	31	49	66

Også her er fornyelsesbeskæring hurtigst, og sporebeskæring, især kort spore, den mest arbejdskrævende. Som det fremgår af tabel 12, er træerne på M XVI væsentligt større end træer på M II, hvoraf følger den betydelig længere beskæringstid for denne grundstamme.

Frugtudbytte

Frugtudbyttets størrelse er bestemt for årene 1951-58 og opført i tabel 15.

Tabel 15. Årligt frugtudbytte 1951-58, kg pr. træ

Ingrid Marie M II	1951—52	1953—54	1955—56	1957—58	Ialt 1951—58
a.....	2.2	8.1	15.1	24.5	102
b.....	1.5	5.6	10.3	18.5	72
c.....	1.3	4.6	11.1	21.9	78
d.....	1.1	4.4	10.1	19.1	71
e.....	0.3	2.5	7.7	12.9	47
Ingrid Marie M XVI					
a.....	0.7	7.8	26.7	58.8	188
b.....	0.5	8.0	29.8	50.0	177
c.....	0.4	1.7	24.3	47.2	147
d.....	0.9	2.6	6.3	16.0	56
e.....	0	0.5	1.1	5.6	14

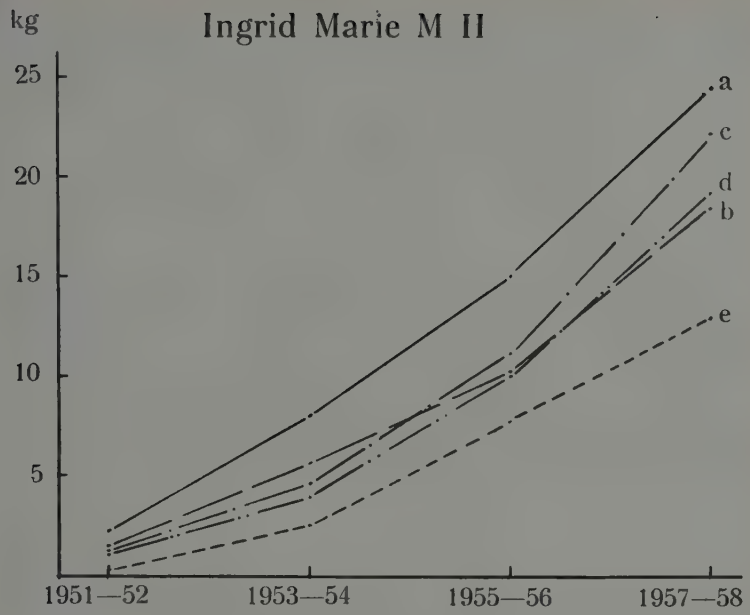

Fig. 5. Ingrid Marie M II. Årligt frugtudbytte 1951-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

De ubeskårne træer har på begge grundstammer givet det største udbytte og er reelt større end de øvrige behandlinger. Træerne på den middelkraftige grundstamme M II har ikke været i så kraftig vækst som normalt for denne sort. Måske er dette en medvirkende årsag til, at langsporebeskårne træer i dette tilfælde har givet lige så stort et udbytte som de moderatbeskårne forsøgsled.

Derimod har Ingrid Marie på den kraftige grundstamme M XVI slet ikke kunnet tåle den hårde sporebeskæring. Særligt hårdt er det gået ud over de kortsporebeskårne træer, der kun har givet 7 pct. af det udbytte, der er opnået på ubeskårne træer.

I den grafiske opstilling ses, at ubeskåret er de øvrige behandlingsmåder overlegne, ligesom kortsporebeskæringen har ligget med det laveste udbytte alle år. I fig. 6 fremtræder den store udbytteforskel mellem de forskellige behandlinger tydeligt. Ligeledes ses, at frugtudbyttet stadigt er stærkt stigende.

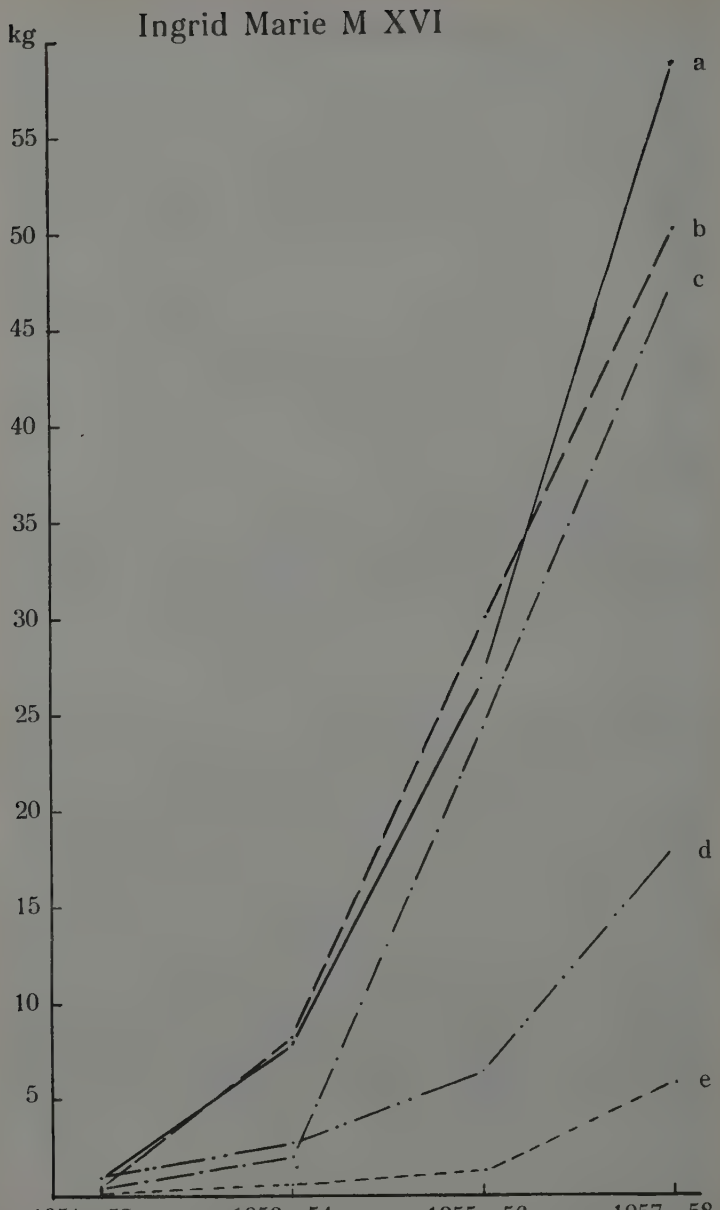

Fig. 6. Ingrid Marie M XVI. Årligt frugtudbytte 1951-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

Frugtstørrelse

Den gennemsnitlige frugtstørrelse af alle høstede æbler er opført i tabel 16.

Tabel 16. Frugtstørrelse, gens. 1951-58, g pr. frugt

	a	b	c	d	e
Ingrid Marie M II.....	107	114	114	131	146
» » M XVI.....	115	123	122	138	145

De store forskelle i udbyttets størrelse har, som det kunne ventes, haft stor indflydelse på frugtstørrelsen. Ubeskårne træer har på begge grundstammer givet de mindste frugter, medens forsøgsleddene b og c har givet noget større frugter, men dog indbyrdes lige store. Langsporebeskæring har på M II givet lige så stort et udbytte som fornyelses- og Oeschberg-beskæring, men trods dette har frugtstørrelsen været betydeligt bedre. Kortsporebeskæring har på begge grundstammer givet langt de største frugter.

Frugtfarve

I 1956 blev frugten sorteret efter skalaen stærkt farvet, svagt farvet eller ingen farve. Sorteringen gav følgende resultat:

Tabel 18. Farvesortering

	a	b	c	d	e
pct. stærkt farvet.....	67	81	87	46	41

I 1958 blev hver enkelt kasse efter plukning bedømt for farve efter skalaen 1-10 (1=grøn, 10=rød). Ialt op til ca. 30 bedømmelser pr. forsøgsled.

Tabel 19. Farvebestemmelse, (1-10)

	a	b	c	d	e
Ingrid Marie M II.....	6.3	6.4	6.5	5.2	5.3
» » M XVI.....	6.1	6.4	6.3	4.0	3.0

Farvesorteringen på lager og bedømmelsen i marken stemmer meget nøje overens, idet farveintensiteten begge steder følger samme linie. Fornyelses- og Oeschberg-beskæring har givet lige velfarvede frugter, lidt bedre end frugter fra de ubeskårne træer, der er de tætteste. Det kan måske undre, at de hårdtbeskårne forsøgsled har givet frugter med så ringe farve, men bladene på de meget kraftigt beskårne træer er store og meget talrigt placeret

omkring sporerne, hvor den kraftige skudtilvækst fremkommer, således at æblerne på disse træer faktisk helt skjules i bladene.

Nedfaldsfrugt

Ved høst er sunde, færdigudviklede nedfaldne æbler samlet og vejet separat. Procent nedfaldne har for årene 1952-58 været:

Tabel 20. Procent nedfaldsfrugt 1952-58

	a	b	c	d	e
Ingrid Marie M II.....	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1
» » M XVI.....	4.4	4.3	4.3	4.9	5.6

Beskæringen har ikke her haft nogen indflydelse på nedfaldsmængden. Kort spore på M XVI har ganske vist en højere procent end de øvrige, men dette forsøgsled har netop – som det fremgår af udbyttetallene – givet et meget ringe udbytte, hvorved usikkerheden ved beregningen bliver væsentligt større.

Resume

Ingrid Marie er den af sorterne i dette forsøg, der er påvirket stærkest af forskellig beskæring, i særlig grad træerne på den kraftige grundstamme M XVI. De hårde beskæringsmetoder – lang og kort spore – har givet træer, der kun er ca. halvt så brede som de ubeskårne træer, idet der ikke har været tilstrækkelig frugtmængde til at tvinge grenene udad. En kraftigvoksende sort som Ingrid Marie på en stærktvoksende grundstamme har slet ikke kunnet tåle en sporebeskæring, hvor en meget kraftig nyvækst har domineret på bekostning af frugtsætningen. Frugtstørrelsen har på begge grundstammer været stærkt stigende med hårdere beskæring.

Den vanskelige bedømmelse af frugtfarve er søgt bestemt dels ved sortering på lager og dels ved karaktergivning i marken. Resultatet af de to metoder stemmer godt overens, idet moderatbeskæring har givet bedst farvede frugter.

De store udslag i frugtudbyttets størrelse kunne tænkes at påvirke mængden af nedfaldsfrugt, men det har ikke været tilfældet, idet alle forsøgsled gav en meget lav, men lige stor nedfaldsprocent.

Træernes kronediameter og højde var ved måling i 1958 følgende:

Tabel 21. Kronediameter og træhøjde i m 1958

	Jonathan M IV		Jonathan M XVI	
	diameter	højde	diameter	højde
a	2.8	2.2	3.8	2.8
b	2.5	1.8	3.4	2.7
c	2.1	1.9	3.0	2.8
d	1.9	1.7	2.9	2.6
e	2.2	2.1	2.6	3.0

Jonathan er en sort, der naturligt danner tynde skud og dermed får en udpræget hængende vækst. Som det fremgår af tallene, har sporebeskæringen ikke formået i så udstrakt grad, som det har været tilfældet med tidligere omtalte sorter, at hæmme denne nedbøjning af grenene. Der er ikke nogen sikker forskel på højden efter de forskellige behandlinger.

Tabel 22. Vægt af afskårne grene 1955-58, ialt kg pr. træ

		a	b	c	d	e
Jonathan	M IV	1.6	2.4	2.3	1.5	2.1
»	M XVI	3.4	8.3	8.6	8.3	6.9

På den svage grundstamme er der ikke fjernet meget materiale, mindst efter sporebeskæring. På den kraftige grundstamme er der stort set fjernet lige meget materiale ved alle beskæringsmetoder.

Beskæringsarbejde

Beskæringstiden for årene 1955-58 var følgende:

Tabel 23. Beskæringstid 1955-58, ialt min. pr. træ

		a	b	c	d	e
Jonathan	M IV	3	4	6	8	14
»	M XVI	5	12	15	27	30

Den tid, der medgår til beskæringsarbejdet, har ligesom for tidligere beskrevne sorter været længst ved sporebeskæring.

Frugtudbytte

Det årlige frugtudbytte i gennemsnit pr. træ er i tabel 24 opført i to-års perioder.

Tabel 24. Årligt frugtudbytte 1951-58, kg pr. træ

Jonathan M IV	1951—52	1953—54	1955—56	1957—58	Ialt 1951—58
a	1.0	5.5	14.9	22.5	88
b	1.1	4.7	10.3	16.1	64
c	0.7	3.4	9.4	15.5	58
d	0.7	2.7	7.6	13.9	50
e	0.2	2.2	9.0	16.3	58
Jonathan M XVI					
a	0.5	7.4	21.6	45.3	150
b	0.1	3.7	12.9	31.7	97
c	0.1	3.6	13.0	31.2	97
d	0.1	3.5	11.3	22.5	75
e	0.1	2.4	9.3	16.7	57

De ubeskårne træer har givet det største udbytte, hvorimod der ikke har været nogen sikker forskel på de øvrige behandlinger. En så svagtvoksende og frugtbar sort som denne har tålt den hårde sporebeskæring godt. I tabellen ses, at selv efter kortsporebeskæringen har udbyttet på den middelkraftige grundstamme M IV været lige så stort som ved de mere moderate beskæringsmetoder. Sporebeskæring har dog bevirket et lavt udbytte på M XVI, selvom Jonathan er den sort i dette forsøg, der på en så kraftig grundstamme har tålt den hårde beskæring bedst.

I den grafiske opstilling ses, at de ubeskårne træer alle år har givet mest. Kurverne for de øvrige forsøgsled på M IV ligger for alle årene meget tæt på hinanden. På den kraftige grundstamme M XVI er spredningen større, dog ikke så stor som for de tidligere omtalte sorter.

Frugtstørrelse

Den gennemsnitlige frugtstørrelse af alle høstede æbler er opført i tabel 25.

Tabel 25. Frugtstørrelse, gens. 1951-58, g pr. æble

	a	b	c	d	e
Jonathan M IV	79	85	90	91	111
» M XVI	74	82	89	103	106

Frugterne har på begge grundstammer været de mindste på ubeskårne træer. Forskellene i frugtstørrelsen efter fornyelses-,

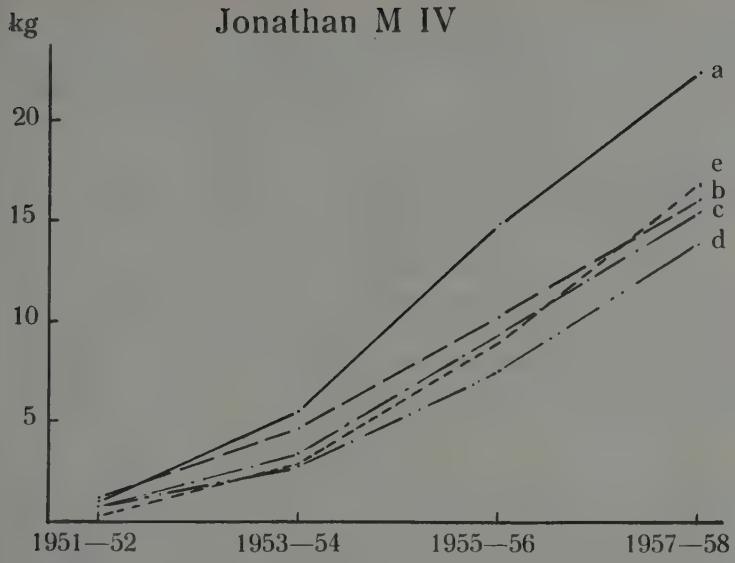

Fig. 7. Jonathan M IV. Årligt frugtudbytte 1951-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

Oeschberg- og langsporebeskæring på M IV, og mellem forsøgsleddene b-c og d-e på M XVI er ikke reelle. Trods det forholdsvis høje udbytte efter kortsporebeskæringen på M IV har frugterne alligevel været væsentligt større end efter andre beskæringsmetoder. Sporebeskæring har også givet de største frugter på M XVI.

Resume

Jonathan er en svagtvoksende, men frugtbar sort, med en typisk hængende vækst. Træernes form er derfor ikke blevet så stærkt påvirket af beskæringen, som tilfældet har været med de øvrige sorter. Selvom træerne uden beskæring på begge grundstammer har givet det største udbytte, er Jonathan sikkert en af de sorter, det lønner sig bedst at beskære hårdt, fordi frugtstørrelsen ellers bliver for ringe. Da forsøget viser, at frugtstørrelsen er væsentligt forøget med hård beskæring uden større udbyttenedgang, må det være tilrådeligt at beskære Jonathan kraftigere end andre sorter.

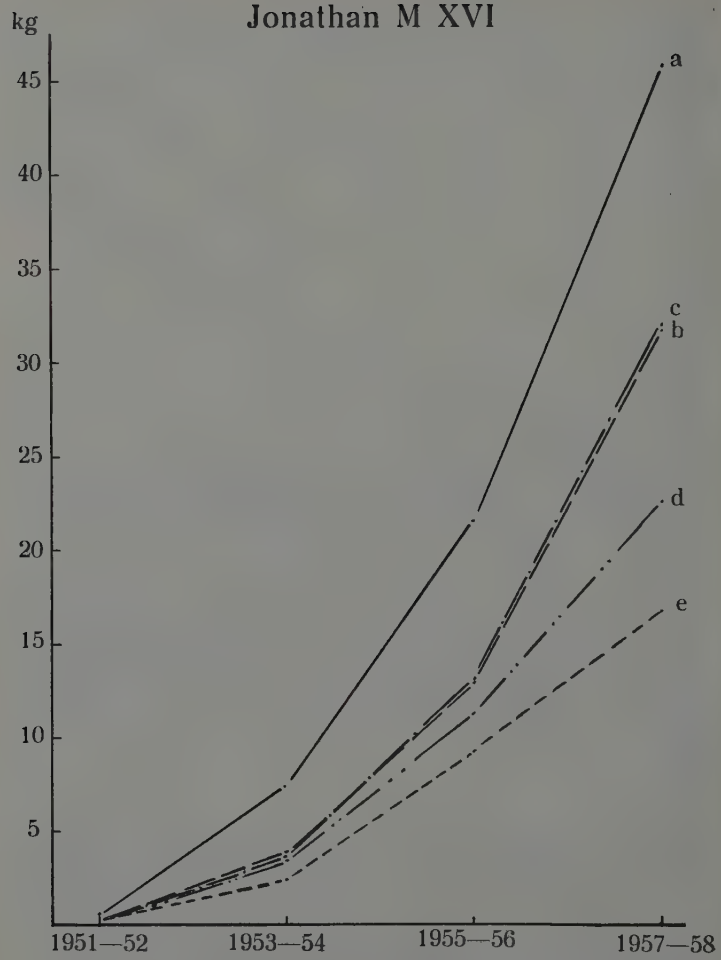

Fig. 8. Jonathan M XVI. Årligt frugtudbytte 1951-58, kg pr. træ
(Fruit yield in kilogram per tree per year)

SAMMENDRAG

Forsøg med forskellige beskæringsmetoder til æbletræer er i årene 1949-58 udført på Blangstedgaard.

De prøvede beskæringsmetoder var følgende:

a. ubeskåret
b. fornyelsesbeskæring (engelsk beskæringsmetode)
c. Oeschberg-schnitt (schweizisk beskæringsmetode)
d. lang spore (5-8 knopper)
e. kort spore (3-5 knopper)

De enkelte beskæringsmetoder er nærmere omtalt i indledningen.

I forsøget benyttedes sorterne Cox's Orange og Graasten på M IX og M XVI, plantet 1947. Ingrid Marie på M II og M XVI og Jonathan på M IV og M XVI, plantet 1949. Forsøgsarealet var svær lerjord.

Beskæringens indflydelse på trævæksten

De kraftigtvoksende sorter på kraftige grundstammer påvirkedes stærkest. I efterfølgende opstilling er gennemsnits kronediameter og træhøjde af alle sorter opført i m, delt i to grupper, svagt- og kraftigvoksende grundstamme.

	svagtvoksende		kraftigtvoksende	
	diameter	højde	diameter	højde
a	3.2	2.5	4.2	3.8
b	3.1	2.5	4.3	3.7
c	3.1	2.7	4.0	4.0
d	2.6	2.2	2.9	3.6
e	2.6	2.1	2.8	3.8

Det fremgår af oversigten, at navnlig kronediameter på de kraftigtvoksende grundstammer er stærkt påvirket af beskæringen, idet den hårde sporebeskæring har givet meget smalle træer.

Sporebeskæringen har forårsaget en meget kraftig, årlig skuddannelse, hvorved beskæringsarbejdet er blevet meget stort. Ved fornyelsesbeskæringen (b) er der fjernet den største mængde grene, regnet efter vægt, men på forholdsvis kort tid.

Frugtudbyttet var stærkt påvirket af beskæringen, også i dette tilfælde fandtes de største udslag på den kraftigvoksende grundstamme. Gennemsnitsudbyttet for alle sorter i kg pr. træ for hele høstperioden 1949-58 var i forholdstal følgende:

	a	b	c	d	e
Svage grundstammer	100	89	89	75	64
Kraftige »	100	97	90	42	23

Disse tal dækker naturligvis over en del variation fra sort til sort. Kun i ganske enkelte tilfælde er der målt sikre forskelle mellem de tre første forsøgsled. Derimod har sporebeskæringen især på de kraftige grundstammer bevirket stærkt nedsat frugtudbytte.

Frugtstørrelsen har i så godt som alle tilfælde været omvendt proportional med udbyttes størrelse. Nedenstående er frugtstørrelsen i gennemsnit af alle sorter anført som forholdstal.

	a	b	c	d	e
Svage grundstammer	100	105	106	115	124
Kraftige »	100	106	110	121	125

I tabellen ses, at begge grundstammetyper stort set er påvirket ens af beskæringen.

Frugtfarven har på Ingrid Marie været bedst efter fornyelses- og Oeschberg-beskæring og ringest efter sporebeskæring. Den kraftige skuddannelse efter sidstnævnte beskæringsmetode har virket skyggende på frugterne.

Nedfaldsprocenten har ikke været påvirket af beskæringen.

KONKLUSION

Forsøget har i ret udstrakt grad givet svar på de stillede spørgsmål med hensyn til vækst, frugtudbytte og frugtstørrelse efter de forskellige beskæringsmetoder på de endnu unge træer. Frugtudbyttet har i gennemsnit af alle sorter været størst efter ubeskåret og fornyelsesbeskæring, men da sidstnævnte fremmer frugtstørrelse og farve, må denne beskæringsmetode foretrækkes. Fornyelsesbeskæring kan formentlig med fordel anvendes, selvom der ønskes andre træformer, som f.eks. spindeltræer. Foruden de kvalitative og kvantitative fordele har det også været den hurtigste beskæringsmetode i forsøget.

Oeschbergbeskæringen vil sikkert ikke få stor betydning, da denne beskæringsmetode medfører høje og brede træer. Sporebeskæring har nok hævet frugtstørrelsen, men på bekostning af en meget stor udbyttenedgang, således at denne beskæringsmetode

må betragtes som uanvendelig, ikke mindst til kraftigvoksende grundstammer og sorter.

Ved beskæringen må der tages nøje hensyn til træernes vækst. En svagtvoksende sort som Jonathan kan beskæres ret hårdt uden større udbyttenedgang og derved opnå en bedre frugtstørrelse, hvorimod en sort som Ingrid Marie i god vækst er meget følsom overfor beskæring med hensyn til udbyttets størrelse.

Ved gennemlæsning af nærværende beretning må det erindres, at det drejer sig om unge æbletræer.

SUMMARY

Pruning trials with some apple-varieties

The trials were carried out at the Danish State Experiment Station, Blangstedgaard during the years 1947-1958.

The treatments were the following:

a. unpruned
b. Renewal pruning
c. Oeschberg-pruning
d. long spurs (5-8 buds)
e. short spurs (3-5 buds)

The different treatments were tried on Cox's Orange and Gravenstein on M IX and M XVI, planted 1947. Ingrid Marie on M II and M XVI and Jonathan on M IV and M XVI, planted 1949. The area was of good clay loam. All treatments comprised 16 trees of each variety and rootstock.

Tree size is expressed by the height and width in 1958 as shown in the tables under each variety. The spur pruned trees, especially on the vigorous rootstocks were very narrow. The height was nearly the same for all methods.

Fruit yield is put down in tables and figures as kilogrammes per tree per year. Unpruned, Renewal and Oeschberg pruned trees gave the heaviest yield, without a significant difference between these methods. Spur pruned trees, especially on the vigorous rootstocks, gave a very low yield.

Fruit size (tables 6, 12, 19, 28). Mean fruit size per tree has been expressed in grammes per fruit. All fruits were counted every year. Generally fruit size did not differ significant between unpruned, Renewal and Oeschberg. The largest fruits were obtained from the short spur pruned trees.

LITTERATUR

1. *Christensen, Hans:* Forsøg med beskæring af æbletræer. 452. beretn. Tidsskr. f. Pl. bd. 55, 1952.
2. *Hoblyn, T. N. o.fl.:* Studies in biennial bearing. Journ. Pomol. vol. 14, 1936.
3. *Preston, A. P.:* Apple pruning trials. Rep. East Malling Res. Sta. 1953.
4. *Preston, A. P.:* Pruning trials with Laxtons superb apple. Journ. of Hort. Sci. vol. 32, 1957.
5. *Spreng, Hans:* Neuzeitliche Kronenpflege der Obstbäume, Bern 1947.
6. *Thompson, C. R.:* The pruning of apples and pears by renewal methods. Faber and Faber, London 1952.

Fastliggende gødningsforsøg på let sandjord ved Jyndevad, 1942-57

Ved Fr. Heick og K. Dorph-Petersen

606. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Allerede få år efter oprettelsen af Jyndevad forsøgsstation blev der i 1942 anlagt et fastliggende forsøg med alsidig og ensidig gødskning. Resultaterne heraf, der nu omfatter 16 år med 4 afgrøder årlig, er opført og bearbejdet i følgende beretning, udarbejdet af forstander *Fr. Heick*, St. Jyndevad og afdelingsbestyrer *K. Dorph-Petersen*, Lyngby.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLD

	Side
Indledning	481
Forsøgets plan og gennemførelse	482
Forsøgsresultater	487
Jordbundsanalyser	505
Oversigt og diskussion	509
Summary	512
Litteraturliste	513

Indledning

Ved de fleste af statens forsøgsstationer er der udført store, fastliggende mangeårige gødningsforsøg. Formålet med de ældste af disse forsøg har i reglen været at sammenligne virkningen af staldgødning og kunstgødning, men dertil er virkningen af alsidig kunstgødning ofte sammenlignet med ensidig anvendelse af kvælstofgødning, superfosfat eller kaligødning samt kombinationer af disse gødninger to og to.

Af denne type er forsøgene på Aarslev 1911—26 (1)[1], Askov 1894—1948 (2), Lyngby 1910—42 (3), Lundgaard og Tylstrup 1927—46 (4), Studsgaard 1918—44 (5, 6, 7).

1. Tallene i parentes henviser til numrene i litteraturlisten side 513.

Nyere fastliggende gødningsforsøg omfatter oftest kun en gødning givet i forskellige mængder til en grundgødning, der kan omfatte staldgødning og ajle. Af sådanne kan nævnes forsøg med superfosfat og kaligødning på staldgødet og ikke staldgødet jord ved Askov, Borris, Højer, Lyngby, Lundgaard og Tylstrup 1927—42 (8). (De anførte årstal angiver kun de år, publikationerne omfatter, men de fleste af nævnte forsøg er fortsat der ud over).

Disse gødningsforsøg, der flere steder benævnes »de gamle gødningsforsøg«, har bidraget meget til den almindelige forståelse af gødskningsproblemer, og de har givet et indgående kendskab til de pågældende jorders næringsstoftilstand.

Ved udarbejdelsen af jordbundsanalysemetoder har disse ensidigt gødede parceller afgivet værdifuldt studiemateriale og sidst, men ikke mindst, har disse forsøg været en levende demonstration, som gennem årene er set af tusinder af besøgende.

Erfaringer fra de andre forsøgsstationer medførte, at der på den nyoprettede forsøgsstation ved St. Jyndevad i 1942 blev anlagt et fastliggende gødningsforsøg omfattende de 8 mulige kombinationer af kvælstof, fosfor og kalium givet i de almindelige kunstgødninger, dels som tilskud til staldgødning og ajle, og dels uden en sådan grundgødning.

Forsøgets plan og gennemførelse

Forsøgsarealet består af ret humusfattig, grovkornet sandjord med groft sand som undergrund i stor dybde. Slemmeanalyse af tilsvarende jord i en nabomark viser et lerindhold på ca. 5 pct. (under 0,002 mm), medens indholdet af groft sand og grus (over 0,2 mm) er ca. 71 pct. i pløjelaget og op til ca. 80 pct. i undergrunden. (9).

Som det fremgår af analyseresultaterne side 509 er humusindholdet i 1954—57 fra 2,2 til 2,7 pct., noget afhængig af gødskningen.

Jordens kalktilstand var passende ved forsøgets anlæg, idet reaktionstallene var omkring 6. I forsøgstiden er der derfor kun anvendt 2500 kg jordbrugskalk pr. ha i 1953.

Efter jordbundsanalyserne at dømme er jorden næringsstoffattig, idet fosforsyretallene var 2—3 i 1942 og kaliumtallene

3—4. I 1954—57 var kobbertallene på ugødet omkring 1, bortallene ligeledes omkring 1, d.v.s. at denne jord er blandt de kobber- og borfattigste. Magnesiumindholdet er noget bedre, omkring 3 på ugødet, men der er, som det ses af side 486, også grundgødet med ret store magnesiummængder i 1952.

På grund af ovennævnte grove struktur er jordens vandholdende evne ringe. I en nabomark (9) svarede mængden af plantetilgængeligt vand ved vandmættet tilstand i de øverste 50 cm jordlag kun til 66 mm nedbør. I de her omtalte forsøg, der ikke er vandede, har der de allerfleste år været større eller mindre tørkeskader i afgrøderne.

Før forsøgsstationens oprettelse i 1939 var dette areal i dårlig kultur og uden læhegn; men sådanne er plantet i 1940, således at læforholdene nu er så gode som muligt i landbrug.

Alt i alt repræsenterer forsøgsarealet utvivlsomt noget af den ringeste jord, som anvendes til landbrug her i landet.

Vejrliget har i de 16 forsøgsår udvist omtrent alle de muligheder, som dansk klima kan omfatte. Forårstørken i 1948 og 1956 vil blive husket længe af egnens landmænd, medens de meget varme og tørre eftersomre i 1947 og 1955 ikke var slet så skadelige for afgrøderne. Gode nedbørsforhold for alle afgrøder har været sjældne, men 1951—52 erindres dog med tilfredshed.

I tabel 1 er opført nedbør og middeltemperatur for de fire årstider i forsøgstiden. Disse tal giver dog kun et meget groft billede af vejrliget, men det må erkendes, at selv en meget mere detailleret talmæssig beskrivelse af de almindeligt målte meteorologiske data (temperatur, nedbør, vindstyrke) ikke kan give et blot nogenlunde fuldstændigt billede af de vejrforhold, der bestemmer afgrødens størrelse. (De side 486 omtalte hovedtabeller indeholder middeltemperatur og nedbør for hver måned).

Der er ingen tvivl om, at det meget varierende udbytte fra år til år skyldes vejrligets indflydelse, og tørkeskader har da også været synlige mange år, men det er umuligt helt nøjagtigt at påvise hvilke vejrfaktorer, der er bestemmende for udbyttestørrelsen de enkelte år.

Under omtalen af de enkelte afgrøder vil vejrets og da især nedbørens rolle som udbyttebestemmende faktor blive nævnt gentagne gange, men nærmere udredning af sammenhænget mellem udbyttets størrelse og nedbør er ikke forsøgt.

Tabel 1. Meteorologiske data ved Jyndevad

	Døgnets middeltemp., C°				Nedbør, mm i 3 mdr.			
	vinter	forår	sommer	efterår	vinter	forår	sommer	efterår
1942	—3.3	4.6	14.7	9.4	82	96	214	225
1943	1.9	7.9	15.5	8.7	168	108	297	126
1944	2.0	5.9	16.1	8.7	152	107	181	307
1945	0.8	7.8	15.8	9.6	185	171	213	216
1946	1.0	7.1	15.0	8.2	175	103	297	233
1947	—3.6	5.7	17.2	9.5	33	125	142	189
1948	1.4	8.3	15.6	9.1	180	90	255	233
1949	2.7	7.3	15.2	10.6	111	187	191	147
1950	1.9	7.4	16.1	8.2	235	124	284	279
1951	0.6	6.1	15.4	9.5	233	211	177	205
1952	2.3	7.0	14.7	6.5	181	146	285	316
1953	0.4	7.6	16.4	10.2	135	179	221	163
1954	—0.2	6.9	14.7	8.7	124	123	376	344
1955	—0.2	4.8	16.5	9.2	156	165	177	216
1956	—1.5	5.9	14.4	8.5	201	79	217	155
1957	3.1	6.9	15.5	8.8	194	72	239	288
Normal	0.4	6.1	15.0	8.2	168	131	228	223

Den anvendte forsøgsplan omfatter følgende 8 gødningskombinationer:

a. Ugødet (ingen kunstgødning)
b. Salpeter
c. Superfosfat
d. Kaligødning
e. Salpeter + superfosfat
f. Salpeter + kaligødning
g. Superfosfat + kaligødning
h. Fuldgødet = salpeter + superfosfat + kaligødning.

(Disse 8 forsøgsled ligger i lidt anden orden i marken).

Forsøget omfatter 4 marker (nr. 1—4) beliggende side om side. Hver mark har 2 parcelrækker à 24 parceller, med 3 fællesparceller af hver af de 8 forsøgsled pr. række. Af de to rækker er den ene — betegnet staldgødet afdeling eller første afdeling — grundgødet med 30 tons staldgødning og 12 tons ajle pr. ha til rodfrugt (eller majs) hvert 4. år. Den anden række — kaldet ikke-staldgødet afdeling eller anden afdeling — er ikke grundgødet med staldgødning.

Parcellerne er 4,5 m brede og 13,5 m lange, 60,75 m^2. Deraf

er der i korn høstet 40,25 m^2 de første år og 28,75 m^2 de senere år. I roer og majs er der høstet ca. 25 m^2. Ud fra afgrødernes udseende må det skønnes, at der er sket nogen overslæbning af plantenæringsstoffer over gødningsparcelgrænserne, men virkningen heraf er i hovedsagen elimineret ved anvendelsen af med årene bredere værnebælter.

I den sydlige ende af mark 4 har der antagelig på et eller andet tidspunkt før forsøgsstationens oprettelse ligget en mergeldynge, hvilket har forårsaget, at reaktionstallene i parcel nr. 21—24 er højere end i den øvrige mark, og at afgrøderne her flere år har haft overkalkningssymptomer, lyspletsyge m.v. Dette er imødegået med mangansulfat, men i så fald er udbyttet af disse parceller ikke medregnet i de her opførte udbyttetal. Der ud over er enkelte parceller med sygdom eller anden skade kasseret ved opgørelsen.

Sædskiftet har været: 1. rug, 2. kålroer 1942—45, kartofler 1946—49, fodersukkerroer 1950—53, majs til ensilage 1954—57, 3. havre og 4. kløvergræs (rødkløver og græsser). Som omtalt i næste afsnit har enkelte afgrøder været så dårlige — i reglen tørkeskade —, så de er kasserede inden høst eller ved opgørelsen.

Som grundgødning i den staldgødede afdeling er der som nævnt anvendt 30 tons staldgødning og 12 tons ajle hvert 4. år. I gennemsnit af de 16 år var indholdet deri:

	Procentisk indhold		kg pr. ha
	staldgødning	ajle	staldg.+ ajle
Kvælstof, N	0.64	0.52	254
Fosforsyre, P_2O_5	0.45	—	136
Kali, K_2O	0.57	1.00	291

I kunstgødning er der anvendt følgende mængder, ens i alle led, der får vedkommende gødning.

	Staldgødet afdeling			Ikke-staldg. afdeling		
1942—53	salpeter	superf.	kalig.	salpeter	superf.	kalig.
Rug	300	200	100	300	200	100
Rodfrugt	400	200	200	1000	600	600
Havre	100	200	100	200	200	100
Kløvergræs	—	—	300	—	—	300
Ialt	800	600	700	1400	1000	1100

1954—57	Staldgødet afdeling			Ikke-staldg. afdeling		
	salpeter	superf.	kalig.	salpeter	superf.	kalig.
Rug	400	200	200	400	200	200
Majs	400	400	200	1000	1000	600
Havre	200	200	200	200	200	200
Kløvergræs	—	200	300	—	200	300
Ialt	1000	1000	900	1600	1600	1300

Kvælstofgødningen er tilført i ovennævnte mængder kalksalpeter undtagen til majs 1954—57, hvor tilsvarende kvælstofmængde er givet i svovlsur ammoniak. De anførte mængder kaligødning er 40 pct. kaliumklorid, dog er der de senere år anvendt 50 pct. kaligødning i tilsvarende mindre mængder. Alle gødninger er givet om foråret.

Gødningsmængderne er forøget fra 1954, men de har stedse været større i den ikke-staldgødede afdeling end i den staldgødede. I betragtning af, at forannævnte staldgødnings- og ajlemængder svarer til ca. 1640 kg kalksalpeter, 760 kg superfosfat og 730 kg 40 pct. kaligødning, er der altid tilført mest plantenæringsstof i den staldgødede afdeling, og dette gælder også, selv om man kun tillægger kvælstof i staldgødning + ajle halv værdi i forhold til kunstgødning.

I 1952 er hele forsøget grundgødet med 420 kg magnesiumsulfat eller 100 kg magnesiumkoncentrat pr. ha, og i 1952—53 er hele marken med bederoer tilført 15 kg boraks pr. ha.

Ved bearbejdningen af forsøgsresultaterne er alle data udskrevet i hovedtabeller, der omfatter følgende: Korn; udbytte af kærne, halm og f.e. samt rumvægt i kærne. Roer; udbytte af roer, top, tørstof i roer og top og f.e. Kartofler; udbytte af knolde, tørstof i knolde og f.e. Majs; udbytte af kolber, stængler, tørstof i kolber og stængler samt f.e. Kløvergræs; udbytte af grønt, hø og f.e. samt bælgplanteprocent. Ved beregning af f.e. anvendes følgende: 1 f.e. = 1 kg kærne af rug og byg, 1,2 kg havrekærne, 5 kg halm, 1,1 kg tørstof i roer og kartofler, 1,5 kg tørstof i roetop og grøn majs, 2,5 kg hø af kløvergræs.

Dertil omfatter hovedtabellerne alle gødnings- og jordbundsanalyser for de enkelte år. Disse tabeller findes i maskinskrevne eksemplarer på Statens Planteavlskontor, hvor interesserede kan låne dem.

Forsøgsresultater

I dette afsnit er givet en udførlig gennemgang af forsøgsresultaterne i de fire afgrøder samt af gennemsnit for sædskiftet beregnet i f.e.

RUG

Ved forsøgets anlæg i 1942 kunne man ikke nå at så rug, i stedet blev der dyrket havre uden forsøgsmæssig høst i den pågældende mark. Fra 1943—56 foreligger resultater af 14 rugafgrøder, opført for henholdsvis staldgødet og ikke staldgødet afdeling i tabel 2 og 3. I samme er givet resultater af vinterbyg i rugskiftet 1957.

Det fremgår heraf, at udbyttet har været meget varierende gennem årene, idet det er særligt lille i 1948, 1950 og 1956, og størst i 1952. Variationen i udbyttet må især tilskrives nedbørsforholdene i forår og forsommer — 1948 og 1956 havde, som det ses af tabel 1, meget tørre forår —, men overvintringsforholdene samt udviklingen af kløvergræs året forud må også tages i betragtning.

At udbyttets variation fra år til år skyldes forhold som vejrlig og forfrugt ses deraf, at de fuldgødede forsøgsled i de to afdelinger følges meget nøjagtigt ad i udbytte fra år til år. Tilsvarende gælder en del af forsøgsleddene med to gødninger, medens ugødet og ensidig gødskning til dels har en anden rytme, fordi det her er næringsstofmangel, der begrænser udbyttet.

Af udbyttetallene for de enkelte år og for gennemsnit af 15 år ses det, at gødskningen har haft meget stor virkning. Dette demonstreres med følgende oversigt over merudbyttet for de enkelte gødninger givet i forskellige kombinationer.

	Merudbytte i 100 f.e. pr. ha			
	alene	til superf.	til kalig.	til superf. + kalig.
Salpeter				
Med staldgødning	7.8	8.2	9.2	10.4
Uden »	7.7	8.8	9.3	11.2
	alene	til salpeter	til kalig.	til salpeter + kalig.
Superfosfat				
Med staldgødning	0.6	1.0	0.4	1.6
Uden »	0.3	1.4	1.2	3.1

Tabel 2. Rug, udbytte og kvalitet

1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle til rodfrugt

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
				Kærneudbytte, hkg pr. ha				
1943	13.9	26.8	14.6	15.9	25.6	23.5	12.2	26.3
1944	24.4	30.7	24.0	24.4	29.9	29.8	24.6	30.4
1945	23.4	32.9	24.0	23.0	31.8	33.7	23.9	34.1
1946	21.0	27.2	21.3	22.8	28.3	30.9	20.7	31.4
1947	16.5	18.9	17.7	17.2	18.9	19.4	17.6	20.7
1948	13.2	17.8	15.0	13.7	15.6	16.0	14.0	17.0
1949	17.9	33.0	17.7	16.7	34.2	33.6	18.7	33.7
1950	16.6	17.1	16.6	17.7	17.5	18.8	16.6	19.0
1951	22.6	20.5	23.1	20.9	31.8	30.8	20.8	34.4
1952	28.0	39.1	28.5	28.5	35.5	39.7	30.5	41.7
1953	24.6	26.5	24.7	24.5	26.1	31.2	25.3	31.1
1954	17.6	20.2	16.7	15.3	20.5	21.2	17.6	19.5
1955	18.0	26.7	17.4	16.1	26.1	25.7	15.8	27.6
1956	13.1	18.1	12.9	14.1	18.0	16.9	15.0	19.5
1957*	11.9	15.0	14.3	14.5	22.1	23.0	17.7	26.6
				Gennemsnit af 15 år				
Kærne, hkg	18.8	24.7	19.2	19.0	25.5	26.3	19.4	27.5
Halm »	27.8	37.4	28.7	30.3	38.9	39.8	30.7	41.8
F.e. ialt »	24.4	32.2	25.0	25.1	33.2	34.3	25.5	35.9
Kærnepct.	40	40	40	39	40	40	39	40
Rumvægt(4år)	731	705	731	733	695	710	736	706

* Vinterbyg

Kaligødning	Merudbytte i 100 f.e. pr. ha alene	til salpeter	til superf.	til salpeter + superf.
Med staldgødning	0.7	2.1	0.5	2.7
Uden »	4.0	5.6	4.9	7.3

Salpeter giver stort merudbytte i begge afdelinger, og dette er størst, hvor der i forvejen er tilført superfosfat og kaligødning.

Superfosfat giver kun små udslag, og det samme gælder kaligødning på staldgødet jord; medens kalium i afdelingen uden staldgødning og ajle til rodfrugt giver ret stort merudbytte, især sammen med salpeter og superfosfat.

Ved at sammenligne de to afdelinger, der er ensgødede til rug, får man et udtryk for virkningen af staldgødning og ajle givet tre år forud til rodfrugt. Uden kunstgødning giver den stald-

Tabel 3. Rug, udbytte og kvalitet

2. afd. uden grundgødning

	Ugødet	Salpeter	Superfosfat	Kaligødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuldgødet
				Kærneudbytte, hkg pr. ha				
1943	12.7	24.0	13.7	12.8	26.0	25.9	12.8	27.5
1944	23.7	29.6	24.3	23.4	30.0	28.5	24.6	29.6
1945	19.3	29.3	19.0	23.6	26.2	34.9	23.6	34.5
1946	18.7	24.1	18.6	22.0	24.3	30.6	22.4	30.8
1947	13.3	14.7	13.7	16.0	17.3	17.9	16.4	19.5
1948	12.8	15.2	12.8	13.8	16.1	16.1	13.7	17.1
1949	12.6	23.5	12.7	14.5	28.7	28.7	16.1	32.2
1950	11.8	17.0	12.0	15.9	15.9	17.3	16.5	18.8
1951	15.0	20.9	14.0	17.4	20.2	28.4	18.1	32.5
1952	21.7	25.9	18.3	27.2	24.0	38.8	28.0	39.5
1953	15.4	17.9	15.2	20.4	19.6	27.0	22.3	30.6
1954	11.6	19.4	13.3	14.3	19.9	21.1	17.4	22.4
1955	11.5	20.5	10.8	12.8	19.1	24.1	13.6	27.5
1956	7.9	11.1	9.3	10.6	14.6	13.8	11.5	16.8
1957*	5.7	8.8	10.2	12.5	14.5	15.3	14.6	22.3
				Gennemsnit af 15 år				
Kærne, hkg	14.2	20.1	14.5	17.1	21.1	24.6	18.1	26.8
Halm »	20.6	30.0	20.8	26.3	31.7	35.5	27.6	40.2
F.e. ialt »	18.4	26.1	18.7	22.4	27.5	31.7	23.6	34.8
Kærnepct	41	40	41	39	40	41	40	40
Rumvægt (4 år)	740	713	735	733	690	720	738	708

* Vinterbyg

gødede afdeling 600 f.e. pr. ha mere end afdelingen uden staldgødning. Med fuld kunstgødning er forskellen derimod kun 110 f.e.

Som nævnt foran har staldgødningens eftervirkning dog haft en meget fremtrædende indvirkning på merudbyttet for kaligødning i de to afdelinger. Det må i denne forbindelse dog nævnes, at kaligødning har en meget stor virkning til rugens forfrugt, kløvergræs (se side 501). Kvælstofeftervirkningen heraf kan udgøre en stor part af »kaliumvirkningen« i rugen, og man må også i denne henseende regne med langt større virkning i den ikke-staldgødede end i den staldgødede afdeling.

Af tabel 2 og 3 ses endvidere, at forholdet mellem kærne og halm udtrykt i kærneprocenten er ret ens i alle forsøgsled. Rumvægten, g pr. liter, påvirkes noget af gødskningen, idet tilførsel

Tabel 4. Havre, udbytte og kvalitet

1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle til rodfrugt

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
				Kærneudbytte, hkg pr. ha				
1942	7.8	8.4	8.4	8.6	8.6	8.3	7.3	8.2
1943	18.5	23.0	18.3	19.1	24.8	23.9	19.5	23.6
1944	12.8	17.8	13.4	11.7	18.8	17.6	13.7	17.7
1945	11.3	25.0	12.3	12.5	26.0	24.5	12.8	25.5
1946	21.9	29.5	22.0	21.5	28.8	27.8	20.7	28.7
1947	12.8	16.9	12.8	11.5	17.7	16.4	11.5	16.4
1948	7.6	9.9	7.9	7.4	9.6	9.2	7.9	8.7
1949	12.0	18.5	12.5	12.2	19.3	18.6	12.4	19.4
1950	9.5	12.2	10.0	9.8	11.3	10.6	9.2	11.9
1951	15.7	23.9	16.2	13.8	24.7	23.1	14.4	22.0
1952	18.5	25.2	19.3	18.7	27.3	23.4	19.6	31.7
1953	11.7	19.1	12.2	12.7	18.4	17.2	12.7	18.6
1954	14.3	17.1	13.8	12.9	18.7	16.7	12.1	17.1
1955	8.2	18.9	8.8	7.2	20.2	20.6	8.1	20.6
1956	6.3	10.7	5.4	6.3	11.0	10.8	6.0	11.2
1957	9.2	13.1	9.4	10.4	14.1	15.5	10.8	15.1
				Gennemsnit af 16 år				
Kærne, hkg ...	12.4	18.1	12.7	12.3	18.7	17.8	12.4	18.5
Halm, » ...	19.8	23.9	20.2	21.4	25.1	25.3	23.0	26.0
F.e. ialt » ...	14.3	19.9	14.6	14.5	20.6	19.9	15.0	20.6
Kærnepct.	39	43	39	36	43	41	35	42
Rumvægt (5 år)	483	493	478	494	480	485	487	486

af salpeter nedsætter rumvægten, medens kaligødning øger den. Derfor har forsøgsleddet gødet med salpeter og superfosfat særlig lav litervægt i begge afdelinger.

HAVRE MED UDLÆG

Forsøgsresultaterne fremgår af tabel 4 og 5, der omfatter udbyttetal fra alle 16 forsøgsår. Ved sammenligning mellem de to afdelinger må det bemærkes, at i sædskiftet følger havren lige efter rodfrugt, der er staldgødet i første afdeling. Endvidere var salpetermængderne til havre forskellige i de to afdelinger i 1942—53 — henholdsvis 100 og 200 kg pr. ha —, men ens i 1954—57, 200 kg pr. ha.

Udbytteniveauet har været meget varierende gennem årene. Højest kærneudbytte er opnået i 1946 og 1952, der begge havde

Tabel 5. Havre, udbytte og kvalitet

2. afd., uden grundgødning

	Ugødet	Salpeter	Superfosfat	Kaligødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuldgødet
Kærneudbytte, hkg pr. ha								
1942	6.2	6.7	6.7	5.8	7.3	7.5	6.3	7.0
1943	14.1	20.0	14.2	12.9	19.4	20.4	13.4	20.9
1944	11.7	17.9	11.3	11.9	17.4	16.5	12.3	15.5
1945	10.8	20.1	10.5	8.9	18.6	22.2	9.3	21.9
1946	16.0	23.4	16.1	15.1	23.0	25.6	15.8	27.6
1947	11.3	14.7	11.5	11.3	15.7	13.7	10.5	15.5
1948	6.1	10.3	6.5	6.3	10.6	9.1	6.5	8.4
1949	8.2	15.1	7.9	7.8	14.8	18.8	7.9	19.2
1950	8.9	11.8	8.6	8.5	12.2	12.8	8.8	15.4
1951	12.2	22.8	12.4	12.6	21.1	24.1	13.7	23.7
1952	11.7	23.8	12.9	13.7	26.2	24.2	15.3	26.8
1953	7.4	16.1	8.3	8.2	14.4	21.2	9.5	25.2
1954	11.0	16.3	11.5	11.7	17.4	16.2	11.9	18.8
1955	7.2	17.2	7.1	8.1	16.7	16.7	7.9	17.6
1956	5.3	10.7	5.1	6.8	10.0	10.8	6.5	10.2
1957	4.6	9.4	5.3	6.7	7.8	12.8	7.3	13.2
Gennemsnit af 16 år								
Kærne, hkg	9.5	16.0	9.7	9.8	15.8	17.0	10.2	17.9
Halm, »	12.0	18.8	12.5	16.9	20.3	23.3	19.0	26.6
F.e. ialt »	10.3	17.1	10.6	11.5	17.2	18.8	12.3	20.3
Kærnepct.	44	46	44	37	44	42	35	40
Rumvægt (5 år)	474	452	485	481	447	474	481	479

over middelnedbør i sommermånederne. Der har været misvækst i flere år, men særlig lavt var udbyttet i 1942 og 1948. Begge disse år havde lille forårsnedbør, men sommernedbøren i 1948 var over middel. Selv om man nok kan finde eksempler på, at stor nedbør giver højt udbytteniveau og tørke lavt, kan der ikke findes en almindelig relation mellem udbytte og nedbør for disse 16 år. Dertil betyder nedbørsfordeling, temperatur og vind for meget. Dog er der ingen tvivl om, at det er vandfaktoren, som er skyld i de mange år med lavt udbytte — enten kommer der for lille nedbør, eller fordampningen er for stor. Indirekte viser dette gødningsforsøg, at til vårsæd på sandjord er gødskningen ikke alene udbyttebestemmende.

Samtidig viser en sammenligning mellem forsøgsleddene i de enkelte år eller i gennemsnit af hele perioden, at gødskningen har givet meget store udslag undtagen i de udprægede tørkeår.

Merudbyttet for de enkelte gødninger ses af følgende oversigt.

	Merudbytte i 100 f.e. pr. ha			
	alene	til superf.	til kalig.	til superf. + kalig.
Salpeter				
Med staldgødning	5.6	6.0	5.4	5.6
Uden »	6.8	6.6	7.3	8.0
	alene	til salpeter	til kalig.	til salp. + kalig.
Superfosfat				
Med staldgødning	0.3	0.7	0.5	0.7
Uden »	0.3	0.1	0.8	1.5
	alene	til salp.	til superf.	til salp. + superf.
Kaligødning				
Med staldgødning	0.2	0.0	0.4	0.0
Uden »	1.2	1.7	1.7	3.1

Merudbyttet for salpeter er ret ens i alle gødningskombinationer og ret ens i de to afdelinger, til trods for at der i 12 år er brugt 100 kg salpeter pr. ha på staldgødet jord mod 200 i anden afdeling. Disse forhold skal nok nærmest tages som et udtryk for, at tørken ofte har hemmet havreafgrødens udvikling, således at salpeteret ikke er udnyttet fuldt ud.

Virkningen af superfosfat har været meget ringe. Der må ikke tillægges disse små merudbyttetal eller forskellene derimellem ret megen betydning.

For kaligødning er der derimod et lille merudbytte i den ikke-staldgødede afdeling, medens staldgødning og ajle til forfrugten helt har dækket de ret små afgrøders kaliumbehov i første afdeling.

Ved sammenligning mellem de to afdelinger ser man en tydelig virkning af staldgødning og ajle givet året forud; idet de staldgødede forsøgsled giver fra 30 til 400 f.e. mere end tilsvarende uden staldgødning. Det bemærkes, at i 1942—53 var gødskningen med salpeter til havre størst på ikke-staldgødet.

I tabel 4—5 ses endvidere, at kærneprocenten i havre varierer meget med gødskningen, idet kaliumgødede forsøgsled har lav kærneprocent og kaliummanglende høje. Årsagen hertil er kløverudlægget, der oftest udvikles bedst på de kaliumgødede forsøgs-

led — især fremtrædende uden staldgødning — og her forøger halmafgrøden kendeligt.

Rumvægten er på staldgødet jord ret upåvirket af gødskningen. Uden staldgødning nedsættes rumvægten især af kvælstoftilførsel, men forøges af kaligødning.

RODFRUGT

Som det er nævnt side 485, er der i rodfrugtskiftet dyrket kålroer i 1942—45, kartofler 1946—49, fodersukkerroer 1950—53 og majs til ensilage i 1954—57. I det følgende gennemgås resultaterne først for hver art for sig, men til sidst ses der på merudbyttet for gødskningen under et.

Kålroerne 1942—45 (tabel 6) var, når man tager jordbundsforholdene i betragtning, ret vellykkede på den staldgødede afdeling, hvor udbyttet på fuldgødet når op på 500—770 hkg roer med 50—70 hkg tørstof.

Uden staldgødning er udbyttet af fuldgødet noget lavere. D.v.s. at værdien af 30 tons staldgødning + 12 tons ajle er større end de 600 kg salpeter + 400 kg superfosfat + 400 kg kaligødning, der er forskel i forsøgsgødskningen mellem de to afdelinger. Efter andre forsøg (10) ville man have vurderet første års kvælstofvirkning af nævnte gødningsmængder til knapt 600 kg salpeter. (10 t staldgødning = 5 tons ajle = 100 kg salpeter). Staldgødningens større virkning må henføres til kalium eller mikronæringsstoffer.

Uden kunstgødning (ugødet og grundgødet) er forskellen mellem de to afdelinger meget større, idet der her er et merudbytte på godt 3000 f.e. for staldgødning + ajle.

Det ses endvidere, at tørstofindholdet i rod og top er stærkt påvirket af gødskningen. Dette er hovedsagelig en virkning af øget udbyttestørrelse, idet tiltagende roestørrelse giver aftagende tørstofprocent. Der ud over er der måske en specifik virkning af de enkelte gødningsstoffer, men den er ikke fremtrædende.

Kartofler 1946—49 (tabel 7) har selv på fuldgødet givet meget forskelligt udbytte fra år til år, idet de to tørre år 1947—48 gav lavt udbytte i begge forsøgets afdelinger.

Der er stor forskel på gødningsvirkningen i de to afdelinger. Med staldgødning og ajle er der kun små uregelmæssige udslag

Tabel 6. Kålroer, udbytte og kvalitet

	Grundgødet	Salpeter	Superfosfat	Kaligødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuldgødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
Tørstof i rod, hkg pr. ha								
1942	59.6	65.7	68.4	61.0	71.6	69.4	66.0	70.9
1943	60.1	56.5	57.0	60.5	62.8	67.9	64.3	66.8
1944	57.8	57.2	64.8	60.2	61.8	59.5	61.3	61.0
1945	51.6	51.9	52.9	49.8	52.5	49.7	53.4	51.8
Gennemsnit 1942—45								
Roer, hkg	557	595	590	567	632	625	591	645
Top, »	61	71	60	59	76	71	57	71
Tørst. i roer,hkg	57.3	57.8	60.8	57.9	62.2	61.6	61.3	62.6
» » top	8.2	9.3	8.1	7.8	10.0	9.4	7.6	9.5
F.e. rod+top »	57.6	58.7	60.7	57.8	63.2	62.3	60.8	63.2
pct. tørst. i rod	10.3	9.7	10.3	10.2	9.8	9.9	10.4	9.7
» » » top	13.4	13.1	13.5	13.2	13.2	13.2	13.4	13.4
2. afd., uden grundgødning								
Tørstof i rod, hkg pr. ha								
1942	18.8	33.4	27.3	19.6	57.1	36.3	32.7	61.5
1943	26.3	42.3	31.7	31.2	53.9	48.9	35.5	53.4
1944	34.4	42.0	39.4	38.1	47.6	55.5	40.5	64.2
1945	23.8	27.6	26.5	24.3	29.1	34.2	28.4	44.1
Gennemsnit 1942—45								
Roer, hkg	215	356	255	242	479	433	294	571
Top, »	35	59	37	31	77	63	32	71
Tørst. i roer,hkg	25.8	36.3	31.2	28.3	46.9	43.7	34.3	55.8
» » top, »	5.1	8.3	5.4	4.4	9.9	8.9	4.7	9.6
F.e. rod+top »	26.9	38.5	32.0	28.7	49.2	45.7	34.3	57.1
pct. tørst. i roer	12.0	10.2	12.2	11.7	9.8	10.1	11.7	9.8
» » » top	14.6	14.1	14.6	14.2	12.9	14.1	14.7	13.5

for kunstgødning. Bemærkelsesværdigt er den ringe (undertiden negative) virkning af kvælstofgødning, der dog er i overensstemmelse med tidligere forsøg (10), hvor man også opnåede henimod maksimalt udbytte med staldgødning + ajle uden ekstra kvælstoftilskud. I afdelingen uden staldgødning er der derimod store udslag for kunstgødning, men fuldgødet når dog ikke op på samme udbytte som i den staldgødede afdeling. Forskellen mellem de to afdelinger er ca. 3000 f.e. uden kunstgødning og 500 f.e. på fuldgødet. Ligesom i kålroer har 600 kg salpeter ikke kunnet erstatte kvælstofvirkningen af 30 tons staldgødning + 12 tons ajle.

Tabel 7. Kartofler, udbytte og kvalitet

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
Tørstof i knolde, hkg pr. ha								
1946	83.7	83.9	89.0	84.2	83.3	82.2	89.0	86.5
1947	41.0	41.2	44.7	39.4	43.6	39.9	42.3	42.3
1948	49.8	39.1	51.2	48.2	38.8	36.6	46.8	37.9
1949	67.6	69.2	60.8	47.8	69.2	63.9	60.6	63.7
Gennemsnit 1946—49								
Knolde, hkg	247	239	255	238	245	243	252	247
Tørst. i knolde,	60.5	58.4	61.4	54.9	58.7	55.7	59.7	57.6
F.e. » »	55.0	53.1	55.8	49.9	53.4	50.6	54.3	52.4
pct. tørst. »	24.5	24.4	24.1	23.1	24.0	22.9	23.7	23.3
2. afd., uden grundgødning								
Tørstof i knolde, hkg pr. ha								
1946	23.8	26.5	25.9	39.0	30.1	60.2	45.8	78.1
1947	24.3	18.0	27.2	27.9	25.5	28.6	28.3	35.0
1948	31.8	23.2	27.8	32.9	21.9	29.9	41.9	36.1
1949	29.2	28.4	26.8	42.1	29.2	49.5	43.0	59.0
Gennemsnit 1946—49								
Knolde, hkg	106	96	107	151	108	185	170	225
Tørst. i knolde,	27.3	24.0	26.9	35.5	26.7	42.1	39.6	52.1
F.e. » »	24.8	21.8	24.5	32.3	24.3	38.3	36.0	47.4
pct. tørst. »	25.8	25.0	25.2	23.5	24.7	22.8	23.3	23.2

Tørstofindholdet i knoldene er noget varierende fra led til led og det er lidt lavere i de forsøgsled, der er gødet med kaligødning.

I marken har der været tydelige kaliummangelsymptomer i de ikke-kaliumgødede parceller i den ikke-staldgødede afdeling.

Fodersukkerroer 1950—53. Af resultaterne i tabel 8 ses det, at udbyttet på den staldgødede jord har været særdeles godt i 1950 og udmærket de øvrige år. Men det må bemærkes, at alle disse fire år har haft gode vejrforhold med over normal nedbør i forår og sommer. 1951 synes, efter udbyttet at dømme, at have været for kold og fugtig for bederoerne. På grund af skiftende vejrforhold kan man ikke bruge disse forsøgsresultater til sammenligning mellem de 4 arter, dyrket skiftevis i rodfrugtskiftet.

Ligesom for kålroer og kartofler er udbytteniveauet i fodersukkerroer højest i den staldgødede afdeling, hvor gødningsudslagene er mindst. Forskellen mellem de to afdelinger er meget

Tabel 8. Fodersukkerroer, udbytte og kvalitet

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
Tørstof i rod, hkg pr. ha								
1950	112.1	114.0	117.0	117.0	127.8	124.6	127.2	132.4
1951	81.5	78.6	85.8	87.8	80.0	83.8	88.8	79.8
1952	77.5	90.2	77.9	84.6	96.3	98.7	83.0	98.6
1953	77.7	89.2	74.6	73.2	86.3	92.0	85.0	92.9
Gennemsnit 1950—53								
Roer, hkg	433	461	447	445	484	500	475	503
Top, »	172	209	174	179	204	215	183	215
Tørst. i roer, hkg	87.2	93.0	88.8	90.7	97.6	99.8	96.0	100.9
» » top »	26.1	30.4	26.7	26.9	30.2	30.4	27.3	30.0
F.e. rod + top »	96.7	104.8	98.5	100.4	108.9	111.0	105.5	111.7
pct. tørst. i roer	20.1	20.2	19.9	20.4	20.2	20.0	20.2	20.0
» » » top	15.2	14.5	15.4	15.0	14.9	14.2	14.9	14.0
2. afd., uden grundgødning								
Tørstof i rod, hkg pr. ha								
1950	17.0	12.2	25.2	25.5	29.7	39.9	38.8	85.3
1951	13.1	23.0	14.8	19.2	27.7	22.0	25.1	43.4
1952	12.0	38.0	11.2	16.5	37.0	51.6	20.3	75.8
1953	14.6	36.7	16.5	33.8	33.0	68.7	42.6	78.3
Gennemsnit 1950—53								
Roer, hkg	66	138	81	109	158	221	148	359
Top, »	36	86	40	37	102	103	47	150
Tørst. i roer, hkg	14.2	27.5	16.9	23.8	31.9	45.6	31.7	70.7
» » top, »	6.5	13.8	7.3	6.7	15.9	15.5	8.2	23.4
F.e. rod + top, »	17.2	34.2	20.2	26.1	39.6	51.8	34.3	79.9
pct. tørst. i roer	21.5	19.9	20.9	21.8	20.2	20.7	21.5	19.7
» » » top	18.1	16.0	18.3	18.1	15.6	15.0	17.5	15.6

stor, 7950 f.e. uden kunstgødning mod 3180 på fuldgødet. Sidstnævnte er altså merudbyttet for 30 tons staldgødning og 12 tons ajle minus merudbyttet for 600 kg salpeter + 400 kg superfosfat + 400 kg kaligødning. Til trods for at man ud fra andre forsøg har den opfattelse, at bederoer bedre end kålroer og kartofler kan undvære staldgødning og klare sig med kunstgødning, er det her bederoerne, der giver langt det største udslag for staldgødning. Men man erindrer sig det høje udbytteniveau i bederoerne. Af tabel 8 ses endvidere, at forholdet mellem roer og top er noget afhængig af gødskning eller udbyttestørrelsen,

Tabel 9. Grønmajs, udbytte og kvalitet

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
Tørstof i kolber og stængler, hkg pr. ha								
1954	45.3	47.8	50.4	52.0	50.7	53.7	51.4	63.9
1955	66.0	74.6	63.4	68.4	69.0	64.5	66.1	71.7
1956	58.1	54.0	60.4	56.0	56.2	52.2	56.7	56.6
1957	80.1	75.1	79.2	73.9	83.3	79.7	75.1	84.5
Gennemsnit 1954—57								
Kolber, grønv. hkg	136	145	136	134	149	143	132	148
Stængler » »	168	167	170	176	180	181	176	190
Tørst. i kolber »	29.4	31.3	30.3	30.1	31.2	29.6	29.5	34.0
» » stængl. »	33.0	31.2	33.1	32.5	33.6	32.9	32.8	35.2
» ialt, »	62.4	62.9	63.4	62.6	64.8	62.5	62.3	69.2
F.e. » »	41.6	41.9	42.3	41.7	43.2	41.7	41.5	46.1
pct. tørst. i kolber	21.6	21.8	22.3	22.5	20.9	20.6	22.3	23.0
» » » stængler	19.6	18.7	19.5	18.5	18.7	18.0	18.6	18.5
2. afd., uden grundgødning								
Tørstof i kolber og stængler, hkg pr. ha								
1954	4.0	4.4	11.0	5.4	12.3	6.9	20.5	32.0
1955	26.8	35.0	26.6	36.9	51.1	52.5	47.5	66.2
1956	17.8	14.7	22.4	16.7	23.4	23.3	25.5	42.6
1957	29.7	39.0	38.7	36.7	53.5	58.3	44.5	70.0
Gennemsnit 1954—57								
Kolber, grønv. hkg	48	61	48	49	85	93	65	128
Stængler, » »	45	52	65	65	78	80	98	130
Tørstof i kolber, »	8.8	11.2	9.6	9.4	17.4	17.6	13.4	26.4
» » stængl., »	10.8	12.1	15.1	14.5	17.7	17.7	21.1	26.3
» ialt, »	19.6	23.3	24.7	23.9	35.1	35.3	34.5	52.7
F.e. ialt, »	13.1	15.5	16.5	15.9	23.4	23.5	23.0	35.1
pct. tørstof i kolber	18.3	18.4	20.0	19.2	20.5	18.9	20.6	20.6
» » » stængler	24.0	23.3	23.2	22.4	22.7	22.1	21.5	20.2

idet toppen udgør en større del af udbyttet, når dette er lavt, end hvis det er højt.

Tørstofindholdet i roerne er forholdsvis ens fra led til led i betragtning af de meget forskellige udbyttetal. I top er tørstofprocenterne noget mere varierende. Både i rod og top skyldes variationen i tørstofprocenterne hovedsagelig forskellig udbyttestørrelse, således at små roer har højere tørstofindhold end store.

Grønmajs 1954—57. Tabel 9. I begge afdelinger har udbytteniveauet vekslet noget med årene og været højest i 1955—57.

Ligesom for forannævnte afgrøder er udbyttet af majs højest i den staldgødede afdeling, hvor gødningsudslagene er meget beskedne. Forskellen mellem de to afdelinger er ret stor, 2850 f.e. på ugødet og 1100 f.e. på fuldgødet.

I majsen er forholdet mellem udbyttet af kolber og stængler ret varierende i den ikke-staldgødede afdeling, og der er en tendens til, at kvælstoftilførsel især øger udbyttet af kolber. Tørstofindholdet varierer en del, men årsagerne hertil kan ikke udredes.

Rodfrugter og majs. Som gentagelse fra foranstående sammenstilles her udbyttet på de fuldgødede forsøgsled i de to afdelinger (100 f.e.).

Afgrøde	Staldgødet	Ikke-staldgødet	Forskel
Kålroer	63.2	57.1	6.1
Kartofler	52.4	47.4	5.0
Fodersukkerroer	111.7	79.9	31.8
Majs	46.1	35.1	11.0

I ingen af afgrøderne har 30 tons staldgødning + 12 tons ajle kunnet erstattes af 600 kg salpeter (+ 4—600 kg superfosfat og 400 kg kaligødning). Årsagen hertil kan søges mange steder. Først og fremmest må det bemærkes, at i sum af sædskifte er der i de fuldgødede forsøgsled tilført mere plantenæringsstof i den staldgødede afdeling end i den ikke-staldgødede. Bl.a. er kaliummængden til rodfrugt meget forskellig i de to afdelinger — svarende til henholdsvis 930 og 600 kg kaligødning. I betragtning af de senere omtalte store gødningsudslag for kalium på ikke-staldgødet jord, kan denne forskel være af betydning.

Staldgødningens indhold af mikronæringsstoffer og dens virkning på jordens humusindhold kan være blandt årsagerne til forskellen mellem de to afdelingers udbytte, men det er ikke umiddelbart givet, at det er således.

Til belysning af merudbyttet for de enkelte gødninger er udbyttet i f.e. af rodfrugt og majs samlet i tabel 10, og der ud fra er tallene i følgende oversigter beregnede.

Tabel 10. Rodfrugt eller majs, udbytte i 100 f.e. pr. ha

Gens. af 4-årige perioder

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
Kålroer	57.6	58.7	60.7	57.8	63.2	62.3	60.8	63.2
Kartofler	55.0	53.1	55.8	49.9	53.4	50.6	54.3	52.4
Fodersukkerroer	96.7	104.8	98.5	100.4	108.9	111.0	105.5	111.7
Majs	41.6	41.9	42.3	41.7	43.2	41.7	41.5	46.1
2. afd., uden grundgødning								
Kålroer	26.9	38.5	32.0	28.7	49.2	45.7	34.3	57.1
Kartofler	24.8	21.8	24.5	32.3	24.8	38.3	36.0	47.4
Fodersukkerroer	17.2	34.2	20.2	26.1	39.6	51.8	34.3	79.9
Majs	13.1	15.5	16.5	15.9	23.4	23.5	23.0	35.1

	Merudbytte for *salpeter* i 100 f.e. pr. ha			
	alene	til supf.	til kalig.	til supf. + kalig.
Med staldgødning				
Kålroer	1.1	2.5	4.5	2.4
Kartofler	÷1.9	÷2.4	0.7	÷1.9
Fodersukkerroer	8.1	10.4	10.6	6.2
Grønmajs	0.3	0.9	0.0	4.6
Uden staldgødning				
Kålroer	11.6	17.2	17.0	22.8
Kartofler	÷3.0	÷0.2	6.0	11.4
Fodersukkerroer	17.0	19.4	25.7	46.5
Grønmajs	2.4	6.9	7.6	12.1

På staldgødet jord er disse tal merudbyttet for 400 kg salpeter pr. ha mod 1000 kg på ikke-staldgødet. Dette forklarer jo en stor del af forskellene i merudbyttet i de to afdelinger. Der er også en forskel i de fire arters udslag for salpetertilførsel, idet kartofler kun giver merudbytte på ikke-staldgødet jord, når salpeteret gives sammen med kaligødning, medens bederoerne giver stort merudbytte overalt. En del af denne artsforskel kan dog skyldes forskelligt udbytteniveau på grund af vejrlig i de fire

perioder. Dog har andre forsøg (10) vist, at kartofler er en ringe betaler for salpeter som tilskud til staldgødning.

	Merudbytte for *superfosfat* i 100 f.e. pr. ha			
	alene	til salp.	til kalig.	til salp. + kalig.
Med staldgødning				
Kålroer	3.1	4.5	3.0	0.9
Kartofler	0.8	0.3	4.4	1.8
Fodersukkerroer	1.8	4.1	5.1	0.7
Grønmajs	0.7	1.3	÷0.2	4.4
Uden staldgødning				
Kålroer	5.1	10.7	5.6	11.4
Kartofler	÷0.3	2.5	3.7	9.1
Fodersukkerroer	3.0	5.4	8.2	28.1
Grønmajs	3.4	7.9	7.1	11.6

Merudbyttet for superfosfat er langt større uden staldgødning end med staldgødning. Dette skyldes for en stor del, at mængden af superfosfat er mindre med staldgødning (200—400 kg) end uden (600—1000 kg), men den i staldgødningen tilførte fosfat bidrager utvivlsomt også til at nedsætte merudbyttet for tilskud.

Uden staldgødning giver superfosfat til salpeter og kaligødning større merudbytte end superfosfat til en af disse gødninger eller givet alene.

	Merudbytte for *kaligødning* i 100 f.e. pr. ha			
	alene	til salp.	til superf.	til salp. + supf.
Med staldgødning				
Kålroer	0.2	3.6	0.1	0.0
Kartofler	÷5.1	÷2.5	÷1.5	÷1.0
Fodersukkerroer	3.7	6.2	7.0	2.8
Grønmajs	0.1	÷0.2	÷0.8	2.9
Uden staldgødning				
Kålroer	1.8	7.2	2.3	7.9
Kartofler	7.5	16.5	11.5	23.1
Fodersukkerroer	8.9	17.6	14.1	40.3
Grønmajs	2.8	8.0	6.5	11.7

I den staldgødede afdeling er der som forsøgsgødning anvendt 200 kg kaligødning pr. ha, og merudbyttet derfor er i hovedsagen

ringe, kun de store bederoeafgrøder synes at have haft brug for mere kalium end staldgødning og ajle har tilført.

Uden staldgødning er der tilført 600 kg kaligødning i kunstgødning og dette har — især sammen med salpeter og superfosfat — givet meget store merudbytter. Udslaget er størst i fodersukkerroer og derefter følger kartofler, majs og kålroer. Det mindste udslag i kålroer kan skyldes, at disse er dyrket i de første fire år. Som det ses af tabel 15, er forskellen mellem jordens kaliumtal i kaliumgødede og ikke-kaliumgødede parceller tiltaget med årene, d.v.s. at uden kaliumtilførsel udpines jorden efterhånden, og derved må man vente et med årene tiltagende merudbytte for kaligødning.

KLØVERGRÆS

I tabel 11 og 12 er opført resultaterne af kløvergræs i 12 år. I 1942 var der på grund af forsøgets anlæg samme år havre uden forsøgsmæssig høstning i kløverskiftet. 1947, 1948 og 1953 var kløveren så ringe og uensartet oftest på grund af tørke, at afgrøden var uegnet som forsøg.

Af resultaterne i tabel 11 og 12 er 1943, 1944, 1945, 1946 og 1949 kun udbytte af 1. slæt, 1954 og 1957 kun af 2. slæt (1. eller 2. slæt var disse år meget små), medens tallene i de øvrige 6 år er sum af to slæt. Som følge heraf, eller om man vil, som følge af varierende vejrforhold, er der meget stor forskel på udbytteniveauet i de 12 høstår.

Som helhed er kløverafgrøderne på denne dårlige sandjord små, idet der i bedste år er høstet omkring 4000 f.e. pr. ha i den staldgødede afdeling og i gennemsnit af 12 år kun ca. 2500 f.e.

På de fuldgødede parceller er der ikke stor forskel i udbyttet i de to afdelinger; medens forskellen er meget stor i alle forsøgsled uden kaligødning. Dette viser, at staldgødningens og ajlens kalium har stor virkning endnu 2—3 år efter tilførselen.

I den staldgødede afdeling er udslagene for forsøgsgødning små og uregelmæssige. Salpeter giver i alle kombinationer en lille negativ virkning, men da der ikke er anvendt salpeter til selve kløvergræsset, er dette mindreudbytte udtryk for havrens virkning på udlægget. Superfosfat har ingen virkning, men kaligødning giver et merudbytte på 300—420 f.e.

Tabel 11. Kløvergræs, udbytte og kvalitet

1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle til rodfrugt

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
				Udbytte af hø, hkg pr. ha				
1943, 1 slæt	52.2	49.4	50.5	55.3	47.5	50.5	54.0	52.8
1944, 1 »	48.9	52.3	47.2	56.6	53.7	58.6	56.5	59.1
1945, 1 »	56.5	58.6	57.3	63.8	58.5	69.6	69.3	66.1
1946, 1 »	53.5	55.5	58.0	64.6	44.9	54.2	64.8	53.8
1949, 1 »	63.4	61.6	68.2	74.7	59.2	72.4	70.2	68.3
1950, 2 »	73.1	72.2	72.6	83.9	78.9	88.7	85.9	91.3
1951, 2 »	69.4	73.2	70.5	76.9	72.0	88.0	81.4	87.8
1952, 2 »	117.8	87.2	107.3	112.7	81.7	96.0	102.1	100.7
1954, 1 »	31.1	28.6	23.8	29.1	22.3	33.6	28.1	27.8
1955, 2 »	54.5	58.8	58.4	54.6	57.3	64.4	59.9	66.6
1956, 2 »	30.2	26.4	31.8	38.0	26.8	38.8	38.5	37.5
1957, 1 »	28.8	16.7	28.0	30.0	16.1	18.5	28.0	18.6
				Gennemsnit af 12 år				
Grønt, hkg	189	170	186	219	170	215	219	215
Hø, »	56.6	53.4	56.1	61.7	51.6	61.1	61.6	60.9
F.e., »	22.6	21.4	22.4	24.7	20.6	24.4	24.6	24.4
pct. kløver	64	62	62	72	63	68	73	69

Uden staldgødning er der derimod store gødningsudslag, og her er det kaliumudslaget på gennemsnitlig 1080—1430 f.e., der er dominerende. Dette udslag tiltager stærkt med årene. Superfosfat giver lille og usikkert merudbytte og salpeter et mindreudbytte.

Kaliumvirkningen ses også på kløverindholdet i afgrøderne, og dette er særligt fremtrædende i afdelingen uden naturgødning til rodfrugt.

De fleste forsøgsår har der været meget fremtrædende kaliummangelsymptomer i kløveren i ikke-staldgødet afdeling. I de senere år blev forskellen mellem kaliumgødede og ikke-kaliumgødede parceller meget fremtrædende, således at den var synlig på afstand. Ingen, der så dette forsøg, kunne være i tvivl om betydningen af kaliumtilførsel til kløver på denne lette sandjord.

SÆDSKIFTEGENNEMSNIT

For at give et passende overblik er der i tabel 13 samlet de gennemsnitlige udbyttetal i 100 f.e. for de fire afgrøder og deraf beregnet gennemsnit af sædskiftet.

Tabel 12. Kløvergræs, udbytte og kvalitet

2. afd., uden grundgødning

	Ugødet	Salpeter	Superfosfat	Kaligødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuldgødet
Udbytte i hkg hø pr. ha								
1943, 1 slæt	49.1	49.7	48.2	51.9	47.2	47.9	51.2	54.0
1944, 1 »	30.7	22.1	29.5	46.4	19.8	44.0	41.6	44.2
1945, 1 »	46.0	33.3	45.2	73.3	37.5	59.5	63.2	58.8
1946, 1 »	25.5	16.8	25.3	56.9	17.4	53.5	54.8	54.8
1949, 1 »	25.3	20.8	21.5	64.7	12.9	78.0	81.5	93.1
1950, 2 »	20.0	15.9	16.9	72.1	16.5	72.4	70.0	78.8
1951, 2 »	28.5	27.3	25.7	70.5	22.9	79.8	77.6	89.8
1952, 2 »	19.9	17.3	18.6	87.8	17.4	76.7	87.0	85.2
1954, 1 »	4.1	3.9	2.8	23.0	2.7	21.6	24.0	22.1
1955, 2 »	18.5	20.4	22.1	42.0	51.5	49.5	46.7	58.5
1956, 2 »	10.5	11.2	11.6	28.6	12.6	29.2	29.5	32.6
1957, 1 »	8.0	3.5	9.1	22.0	2.7	14.6	25.0	18.6
Gennemsnit af 12 år								
Grønt, hkg	70	56	67	185	53	179	192	198
Hø, »	23.8	20.2	23.0	53.3	21.8	52.2	54.3	57.5
F.e., »	9.5	8.1	9.2	21.3	8.7	20.9	21.7	23.0
pct. kløver	40	31	38	72	27	71	69	68

Man vil her først lægge mærke til, hvor forskellig udbyttestørrelsen er i de fire afgrøder. Størst i rodfrugt (eller majs), mindre i rug og mindst i kløvergræs og havre.

Ved sammenligning mellem udbyttet i de to afdelinger må man erindre sig den forskellige gødskning, såvel forskellen på grund af grundgødning med staldgødning og ajle som forskel i forsøgsgødning. Uden kunstgødning har 30 tons staldgødning + 12 tons ajle givet et gennemsnitligt årligt merudbytte på 1630 f.e. pr. ha. Ved fuldgødning er udbytteforskellen kun 410 f.e., men her er denne forskel også kun virkning af staldgødning + ajle minus virkningen af 600 kg salpeter + 400—600 kg superfosfat + 400 kg kaligødning givet i et sædomløb.

Det bemærkes dog (se side 486), at der i alle forsøgsled er tilført mere plantenæring i den staldgødede end i den ikke-staldgødede afdeling. Dette gælder også, selv om man kun tillægger kvælstoffet i staldgødning og ajle halv værdi i forhold til kunstgødningskvælstof.

I gennemsnit af sædskiftet har der været ret store udslag for

Tabel 13. Udbytte i 100 f.e. pr. ha for de enkelte afgrøder og af sædskiftet
Gennemsnit af alle forsøgsår

	Grundgødet	Salpeter	Superfosfat	Kaligødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuldgødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
Rug	24.4	32.2	25.0	25.1	33.2	34.3	25.5	35.9
Rodfrugt	62.7	64.6	64.3	62.4	67.1	66.4	65.5	68.4
Havre	14.3	19.9	14.6	14.5	20.6	19.9	15.0	20.6
Kløvergræs	22.6	21.4	22.4	24.7	20.6	24.4	24.6	24.4
Sædskiftet	31.0	34.5	31.6	31.7	35.4	36.3	32.7	37.3
2. afd., uden grundgødning								
Rug	18.4	26.1	18.7	22.4	27.5	31.7	23.6	34.8
Rodfrugt	20.5	27.5	23.3	25.7	34.1	39.8	31.9	54.9
Havre	10.3	17.1	10.6	11.5	17.2	18.8	12.3	20.3
Kløvergræs	9.5	8.1	9.2	21.3	8.7	20.9	21.7	23.0
Sædskiftet	14.7	19.7	15.5	20.2	21.9	27.8	22.4	33.2

forsøgsgødskningen på staldgødet jord, men meget store udslag uden staldgødning. Beregnet for de enkelte gødninger er merudbyttet følgende:

	Merudbytte i 100 f.e. pr. ha			
	alene	til superf.	til kalig.	til superf. + kalig.
Salpeter				
Med staldgødning	3.5	3.8	4.6	4.6
Uden »	5.0	6.4	7.6	10.8
	alene	til salp.	til kalig.	til salp. + kalig.
Superfosfat				
Med staldgødning	0.6	0.9	1.0	1.0
Uden »	0.8	2.2	2.2	5.4
	alene	til salp.	til superf.	til salp. + superf.
Kaligødning				
Med staldgødning	0.7	1.8	1.1	1.9
Uden »	5.5	8.1	6.9	11.8

På staldgødet jord er der i forsøgsgødning gennemsnitlig tilført 200—250 kg salpeter (henholdsvis 1942—53 og 1954—57) og høstet 350—460 f.e. derfor; altså et nogenlunde rentabelt mer-

udbytte. Uden staldgødningen var tilførselen derimod 350—400 kg salpeter årlig og merudbyttet op til 1080 f.e. Her er merudbyttet for salpeter tydeligt afhængig af tilførselen af fosfor og kalium og fuld udnyttelse af salpeteret fås kun på fuldgødet.

Med staldgødning giver superfosfat (150—250 kg pr. ha årlig) kun lille merudbytte (op til 100 f.e.), medens den større tilførsel (250—400 kg) i ikke-staldgødet afdeling giver op til 540 f.e. Dog opnås denne store fosforvirkning kun, hvor der er gødet med kvælstof og kalium.

Kaligødning (175—225 kg pr. ha årlig) giver kun små udslag på staldgødet jord og da størst sammen med salpeter — 180 til 190 f.e. Derimod er kaliumudslagene meget store på ikke-staldgødet jord, 550—1130 f.e., men her er forsøgsgødskningen også 275—325 kg pr. ha årlig. Her er kaliumvirkningen langt den største, hvor kalium gives sammen med kvælstof og fosfor.

Det ville også have interesse at se, om gødningsudslagene har ændret sig i løbet af de 16 forsøgsår. Til dette formål er der beregnet gennemsnitligt udbytte i f.e. af sædskiftet for hvert år, idet manglende afgrøder i enkelte år — især i kløvergræs — er erstattet af gennemsnit for de foreliggende forsøgsår. Beregnet ud fra disse tal for de enkelte år bliver gødningsudslagene i de 16 år dog så varierende, at man ikke er i stand til at afgøre, om udslagene er tiltaget eller ej. Den store variation i de årlige gødningsudslag skyldes dels vekslende udbytteniveau på grund af vejrforholdene og dels vekslende rodfrugtart. Alt i alt får man det indtryk, at kvælstof og fosfor har givet ret ens merudbytte forsøgsperioden igennem, medens kalium på ikke-staldgødet jord giver noget tiltagende udslag, ligesom man ved iagttagelser i marken har følelse af, at kaliummangelen er tiltaget med årene på de ikke-kaliumgødede parceller. Dette gælder især kaliummangelen i kløver — se side 502.

Jordbundsanalyser

Før forsøgets anlæg i 1942 er der udtaget een jordprøve pr. parcel. Fra 1946 er der hvert efterår udtaget jordprøver i rodfrugtskiftet. I disse prøver er der på Statens Planteavls-Laboratorium bestemt reaktionstal, Rt, fosforsyretal, Ft og kaliumtal T_K.

Tabel 14. Fosforsyretal, Ft. gennemsnit af 4 marker

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
1942	2.5	2.3	2.6	2.5	2.6	2.5	2.5	2.8
1946—49	2.8	2.6	3.2	2.4	3.1	2.5	3.1	2.9
1950—53	2.5	2.5	2.9	2.4	3.0	2.4	3.0	3.1
1954—57	2.7	2.6	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.5
2. afd., uden grundgødning								
1942	2.5	2.5	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.7
1946—49	2.3	2.2	3.2	2.1	3.3	2.2	3.2	3.2
1950—53	2.0	2.0	3.1	1.7	3.0	1.8	2.9	2.9
1954—57	2.1	2.1	3.6	2.0	3.8	1.9	3.5	3.4

Reaktionstallene har hele forsøgsperioden været af størrelsesordenen 6,0—6,5, men på grund af den side 485 omtalte mergeldynge i mark 4, har de enkelte parcellers Rt været meget varierende indenfor denne mark og til dels også i mark 3. Når man ser bort fra denne uregelmæssighed, er der ingen tydelig virkning af forsøgsgødskningen på jordens reaktionstal.

Fosforsyretallene er indtil 1948 udført efter »Salpetersyremetoden« og senere efter »Svovlsyremetoden«. Da der ikke på denne jord er nogen tydelig forskel mellem analyseresultaterne efter de to metoder, er fosforsyretallene fra hele forsøgstiden sammenregnet uden hensyn til metodeændringen.

I tabel 14 er opført de gennemsnitlige fosforsyretal for alle fire marker i 1942, samt tilsvarende gennemsnit for fire marker i tre fireårsperioder. Før forsøgets anlæg var Ft i gennemsnit 2,6 med nogen variation fra parcel til parcel, der dog udjævnes ved beregning af forsøgsledsgennemsnit.

I den staldgødede afdeling, hvor der i sum af 16 år er tilført 2800 kg superfosfat pr. ha i forsøgsgødning, er denne gødskning indvirkning på jordens fosforsyretal ret beskeden. I 1954—57 er fosforsyretallene i de ikke-superfosfatgødede parceller 2,5—2,7 mod 3,5 i de superfosfatgødede. Teoretisk svarer en forskel på een fosforsyretalenhed til 200 kg P_2O_5 eller 1111 kg superfosfat pr. ha, men flere markforsøg har vist, at der i reglen skal tilføres mere, — 1200—1600 kg superfosfat pr. ha — for at øge Ft en enhed.

Når der tages hensyn til afgrødernes bortførsel er det derfor meget rimeligt, at tilførsel i forsøgsgødning på 2200 –2800 kg superfosfat pr. ha i løbet af 13—16 år, inden sidste prøveudtagning kun har øget jordens fosforsyretal med 0,8—1,0.

Uden staldgødning er forskellene mellem forsøgsleddenes fosforsyretal noget større, idet de i 1954—57 er fra 1,9 til 3,8. Uden superfosfat er Ft i gennemsnit 2,0 og med superfosfat 3,6. Men her er den anvendte superfosfatmængde også større, i sum af 13—16 år er der givet 4000—4600 kg pr. ha.

Uden superfosfattilførsel har Ft i staldgødet jord været så at sige ens i alle forsøgsårene, medens der i den ikke-staldgødede afdeling er en nedgang på 0,4—0,7. I de superfosfatgødede parceller tiltager Ft med årene i begge afdelinger. På grund af ændring i analysemetode må man tage disse sammenligninger mellem årene med noget forbehold, men resultatet deraf er her i god overensstemmelse med tidligere erfaringer vedrørende fosforets virkning.

Der er ikke udført afgrødeanalyser i disse forsøg, men ud fra andre forsøg og fra afgrødernes normale indhold af fosfor kan man regne med, at afgrøder i et normalt sædskifte i gennemsnit pr. 1000 f.e. bortfører en fosformængde, der svarer til 50 kg superfosfat.

Benyttes denne norm på udbyttetallene i tabel 13, kan der opstilles følgende kalkule over tilførsel og bortførsel af fosfor i 16 år.

	Med staldgødning		Uden staldgødning	
	uden superfosfat	fuldgødet	uden superfosfat	fuldgødet
Tilførsel, kg superfosfat.....	3040	5840	0	4600
Bortførsel, kg »	2670	3000	1650	2660
Forskel.....	+370	+2840	—1650	+1940
Ft. 1954—57.....	2.6	3.5	2.0	3.4

Uden superfosfat er gennemsnit af fire forsøgsled. Efter denne beregning skal jorden være blevet fosforrigere ved fuldgødning i løbet af forsøgstiden, ret uforandret uden superfosfat på staldgødet jord og fattigere i de ikke-fosforgødede led i den ikke-staldgødede afdeling.

Tabel 15. Kaliumtal, T_K, gennemsnit af 4 marker

	Grund-gødet	Sal-peter	Super-fosfat	Kali-gødn.	Salp. + supf.	Salp. + kalig.	Supf. + kalig.	Fuld-gødet
1. afd., grundgødet med staldgødning og ajle								
1942	3.5	4.3	3.6	3.3	3.6	4.1	4.4	3.6
1946—49	3.9	3.7	3.5	5.4	4.0	5.5	5.4	5.9
1950—53	3.9	3.9	3.7	5.1	3.8	5.3	5.4	5.0
1954—57	3.1	3.0	3.0	5.4	2.7	5.1	5.1	4.9
2. afd., uden grundgødning								
1942	3.5	4.0	3.8	3.8	3.6	4.1	4.0	3.9
1946—49	1.5	1.5	1.6	4.9	2.0	4.9	4.8	4.7
1950—53	1.7	1.8	1.7	5.0	1.7	4.4	4.6	4.3
1954—57	1.0	1.0	1.2	5.9	0.9	4.3	5.1	4.0

Dette stemmer helt med ændringerne i fosforsyretallene gennem årene. Iøvrigt er der også rigtig pæn overensstemmelse mellem ovennævnte beregning og de i oversigten anførte fosforsyretal. Man ville ud fra til- og bortførsel have ventet lidt større forskel mellem Ft på fuldgødet i henholdsvis staldgødet og ikke-staldgødet afdeling.

I tabel 15 er opført gennemsnitlige kaliumtal. Før forsøgets anlæg var T_K omkring 3,8 med variation fra 2,0 til 5,4 for de enkelte parceller.

I den staldgødede afdeling tiltager T_K i de fleste forsøgsled fra 1942 til 1946—49, men aftager fra 1950—53 til 1954—57. Ved sidste analysering var T_K uden kaligødning 2,7—3,1 mod 4,9—5,4 med kaligødning, altså et tydeligt udslag for forsøgsgødningen, der er ialt 3000 kg 40 pct. kaligødning i sum af de 16 forsøgsår.

Uden staldgødning aftager kaliumtallet stærkt gennem årene i forsøgsleddene uden kaligødning og er her i 1954—57 0,9—1,2. For de fire kaliumgødede forsøgsled er der nogen variation gennem årene, og i 1954—57 er T_K her 4,0—5,9. Forskellen mellem disse fire forsøgsleds kaliumtal er i god overensstemmelse med afgrødestørrelserne, idet de største afgrøder på fuldgødet giver størst kaliumbortførsel og lavest kaliumtal i jorden. Noget tilsvarende kan ses af forsøgets øvrige tre grupper af 4 med kaligødning indbyrdes ensgødede forsøgsled, men her er forskellene mindre og dermed relativt mere usikre.

Uden afgrødeanalyser kan der dårligt opstilles en kalkule over tilførsel og bortførsel af kalium, på samme måde som anført foran for fosfor. Dette skyldes især, at man med de store udslag for kaligødning må regne med væsentligt forskelligt procentisk kaliumindhold i afgrøderne. Endvidere må der regnes med en mulig kaliumudvaskning på denne lette sandjord.

Ud over disse ordinære undersøgelser, der er udført i alle forsøgsled, er der i jordprøver fra 1954—57 i fire forsøgsled udført de i følgende oversigt nævnte analyser. Tallene heri er gennemsnit af analyseresultaterne i 4 marker.

	Uden staldgødning		Med staldgødning	
	ugødet	fuldgødet	ugødet	fuldgødet
Humus, pct	2.27	2.21	2.72	2.69
Kvælstof, pct	0.091	0.088	0.102	0.098
Kobbertal, KCu	1.0	1.1	1.4	1.5
Bortal, Bt	1.1	1.1	1.7	1.7
Magnesiumtal, T_{Mg}	3.0	2.8	3.9	3.6

Det ses heraf, at pct. humus og kvælstof i jorden er lidt højere i den staldgødede end i den ikke-staldgødede afdeling. De små forskelle mellem ugødet og fuldgødet kan ikke tillægges nogen betydning på grund af variationen fra mark til mark.

Kobber- og bortallene er meget lave, men også her er der en tydelig virkning af staldgødning. Dertil er der en ret stor variation fra mark til mark.

Magnesiumtallene er i forhold til forsøgsstationens øvrige jorder ret høje, men der er som det ses af side 486 også tilført ret store magnesiummængder i 1952. Magnesiumtallet er forøget lidt af staldgødning og er dertil, antagelig på grund af større afgrøder, lavere ved fuld kunstgødning end uden kunstgødning.

OVERSIGT OG DISKUSSION

I følgende skal der gives et sammendrag af de vigtigste forhold, som kan uddrages af foranstående forsøgsresultater, og disse skal i noget omfang sammenlignes med resultater fra andre forsøg.

De enkelte års resultater viser først og fremmest, at på denne lette sandjord med ringe vandholdende evne er afgrødernes stør-

relse stærkt afhængig af såvel gødskning som vandfaktoren (herved forstås såvel nedbør som forhold, der påvirker fordampningen), således at der i tørre år næsten ikke er udslag for gødskningen, medens dette er meget stort i år med gunstige vejrforhold. Forsøg i en nabomark har da også vist store udslag for såvel vanding som gødskning (9). En sådan stor vekselvirkning mellem nedbørsforholdene og gødskning er tidligere set i tilsvarende gødningsforsøg på sandjorder ved Askov, Lundgaard og Tylstrup (2 og 4). For sandjordsbrugeren betyder det, at nok er gødskningen af væsentlig betydning, men at alle forhold, der kan påvirke planternes vandforsyning, såsom læhegn, vandskånende jordbehandling og vanding, har meget stor betydning for afgrødernes størrelse og dermed for gødskningens økonomi. Selv om det ikke kan vises direkte, kan man ud fra disse og andre forsøg skønne, at på sandjord bør gødskningens intensitet afpasses efter vandfaktorens gennemsnitlige tilstand på vedkommende sted.

Forholdet mellem afgrødernes udbytte har også interesse for praksis. Både på Jyndevad og i ovennævnte sandjordsforsøg er der høstet langt det største udbytte i rodfrugt. For kornafgrøderne giver rug højere udbytte end havre, og kløvergræs har ofte givet det laveste udbytte i f. e. pr. ha. Dette står antagelig i forbindelse med disse afgrøders vandforbrug i de kritiske måneder maj-juni, hvor nedbøren ofte er ringe.

Med hensyn til virkning af staldgødning og ajle kan forsøget på Jyndevad på grund af anlægsmåden kun tjene som en demonstration, idet naturgødningernes kvælstof-, fosfor- og kaliumvirkning ikke kan måles direkte.

Forsøget viser dog, at en tilførsel på 30 tons fast staldgødning og 12 tons ajle hvert fjerde år har en betydelig virkning i alle sædskiftets fire afgrøder. Af tabel 13 og oversigterne side 504 ses det, at uden kunstgødning har staldgødning + ajle godt og vel fordoblet udbyttet i gennemsnit af sædskiftet og med fuld kunstgødning er udbyttet størst i den staldgødede afdeling, d.v.s. at staldgødning + ajle er væsentlig mere værd for planterne end forskellen i kunstgødning i de to afdelinger, som i sum for sædskiftet er 600 kg salpeter, 400—600 kg superfosfat og 400 kg 40 % kaligødning pr. ha. Det ses endvidere, at staldgødning + ajle næsten dækker rodfrugternes kvælstofbehov, men ikke kornaf-

grødernes. Naturgødningerne giver omtrent fuld dækning for kaliumbehovet i de to første afgrøder, rodfrugt og havre, men ikke til kløver og rug. Derimod dækker staldgødningen så at sige hele sædskiftets fosforbehov ved det opnåede udbytteniveau.

Dertil må det bemærkes, at staldgødning + ajle har øget jordens humusindhold med ca. 0,4 pct. (Dette er dog målt efteråret efter staldgødningstilførselen). Denne lille forøgelse vil antagelig øge jordens vandholdende evne, og det kan få betydning for afgrøderne i en kritisk periode.

Med hensyn til forsøgets egentlige formål, nemlig virkningen af kvælstof, fosfor og kalium tilført i kunstgødning, viser forsøgsresultaterne følgende.

Denne lette sandjord er meget kvælstoffattig, således at gode afgrøder af ikke-bælgplanter kun kan opnås ved tilførsel af ret store kvælstofmængder. Som nævnt dækkes kvælstofbehovet i stor udstrækning af staldgødning og ajle. Da forsøget kun omfatter een kvælstofmængde, kan den økonomiske grænse for kvælstofanvendelsen ikke beregnes.

Som ventelig ud fra fosforsyretal på ca. 2,5 og ret små afgrødestørrelser, er fosforbehovet ret moderat, idet det omtrent dækkes af staldgødningen, svarende til 190 kg superfosfat pr. ha årlig. Uden staldgødning er der ret store udslag for superfosfat, hvilket viser, at en tilførsel af størrelsesordenen 200 kg superfosfat pr. ha årlig er nødvendig. Da tilførsel af superfosfat, såvel med som uden staldgødning, bevirker en forøgelse af jordens fosforindhold og af fosforsyretallene i de superfosfatgødede parceller; samtidig med, at fosforsyretallene i parceller uden staldgødning og superfosfat daler lidt, måtte man vente en med årene stigende udbytteforskel mellem parceller med og uden superfosfat. Men på grund af vekslende rodfrugtafgrøder og vekslende vejrlig kan man ikke påvise en sådan stigende forskel.

Kaligødning giver små udslag på staldgødet jord og store udslag uden staldgødning. Dette viser, at kaliumindholdet i staldgødning + ajle, svarende til ca. 180 kg 40 % kaligødning pr. ha årlig, knapt er nok til at dække behovet, og at jorden er kaliumfattig.

For merudbyttet af såvel kvælstof, fosfor og kalium gælder det, at dette er størst, hvor den pågældende gødning prøves på jord, der er tilført de to andre næringsstoffer. Dette gælder især uden

Tabel 16. Yield in average of 4—16 years

Crop units = 100 kg of barley grain

Crop and year	Fertilizers with:							
	Nil	N	P	K	NP	NK	PK	NPK
With farmyard manure to root crops								
Oats, 16 years.	14.3	19.9	14.6	14.5	20.6	19.9	15.0	20.6
Clover-grass 12 » .	22.6	21.4	22.4	24.7	20.6	24.4	24.6	24.4
Rye, 15 » .	24.4	32.2	25.0	25.1	33.2	34.3	25.5	35.9
Root crops, 16 » .	62.7	64.6	64.3	62.4	67.1	66.4	65.5	68.4
Swedes, 1942—45	57.6	58.7	60.7	57.8	63.2	62.3	60.3	63.2
Potatoes, 1946—49 ...	55.0	53.1	55.8	49.9	53.4	50.6	54.3	52.4
Fodder-sugar-beets 1950—53.....	96.7	104.8	98.5	100.4	108.9	111.0	105.5	111.7
Green maize 1954—57	41.6	41.9	42.3	41.7	43.2	41.7	41.5	46.1
Average of the rotation	31.0	34.5	31.6	31.7	35.4	36.3	32.7	37.3
Without farmyard manure								
Oats, 16 years.	10.3	17.1	10.6	11.5	17.2	18.8	12.3	20.3
Clover-grass, 12 » .	9.5	8.1	9.2	21.3	8.7	20.9	21.7	23.0
Rye, 15 » .	18.4	26.1	18.7	22.4	27.5	31.7	23.6	34.8
Root crops, 16 » .	20.5	27.5	23.3	25.7	34.1	39.8	31.9	54.9
Swedes, 1942—45	26.9	38.5	32.0	28.7	49.2	45.7	34.3	57.1
Potatoes, 1946—49 ...	24.8	21.8	24.5	32.3	24.3	38.3	36.0	47.4
Fodder-sugar-beets 1950—53.....	17.2	34.2	20.2	26.1	39.6	51.8	34.3	79.9
Green maize 1954—57	13.1	15.5	16.5	15.9	23.4	23.5	23.0	35.1
Average of the rotation	14.7	19.7	15.5	20.2	21.9	27.8	22.4	33.2

staldgødning. Man får her som i mange andre tidligere forsøg understreget den regel, at gødskning skal være alsidig eller, at jord + gødning skal dække afgrødernes behov af alle næringsstoffer, for at der kan opnås fuldt udbytte.

SUMMARY

Permanent fertilizer experiments on a light sand soil

A permanent fertilizer experiment comprising eight combinations of nitrogen, phosphorus and potassium in commercial fertilizers was conducted from 1942 to 1957 on light sand soil at Jyndevad Experimental Station in southern Jutland. The experiment was carried out in four crops each year and each crop in two sections with or without application of farmyard manure (30 tons solid dung and 12 tons liquid manure) to root crops every fourth year. The dressings of

nitrate of lime, superphosphate and potash salts were chosen according to the crops (e. g., no nitrogen to clover) and were larger without than with farmyard manure; furthermore the amounts were altered slightly in the course of years. The total amounts of commercial fertilizers applied during the 16 years were as follows (kg per hectare):

	Nitrate of lime (15.5 pct. N)	Superphosphate (18 pct. P_2O_5)	Potash salts (40 pct. K_2O)
With farmyard manure	3400	2800	3000
Without do.	5800	4600	3600

Table 16 shows the fertilizer combinations under investigation and the corresponding crop yields obtained, as averages for 16 years. It is to be noted that the size of crops varied greatly from one year to another, particularly owing to differences in precipitation.

Soil analyses showed that the content of nitrogen and humus was in 1954—57 slightly higher in the section with than without farmyard manure. The content of phosphorus declined slightly during the course of the experiment in plots without farmyard manure and superphosphate, remained approximately constant with farmyard manure alone and increased on application of superphosphate. The amount of exchangeable potassium declined strongly where no potassic fertilizer was applied, remained approximately constant on dressing with either farmyard manure or commercial fertilizer and increased where these two treatments were combined. The soil content of available copper, magnesium and boron was generally low although slightly higher where farmyard manure had been applied.

LITTERATURLISTE

(alle i Tidsskrift for Planteavl)

1. *Hansen, Niels Anton.* Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Aarslev 1911—1926. 214. ber. 34. bd. 1928, s. 373—523.
2. *Iversen, Karsten* og *Dorph-Petersen, K.* Forsøg med staldgødning og kunstgødning ved Askov 1894—1948. 440. ber. 54. bd. 1951, s. 369—538.
3. *Dorph-Petersen, K.* Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning ved Lyngby 1910—42. 396. ber. 50 bd. 1946, s. 555—616.
4. *Iversen, Karsten* og *Dorph-Petersen, K.* Forsøg med staldgødning og kunstgødning på sandjord ved Lundgaard og Tylstrup 1927—46. 419. ber. 53. bd. 1949, s. 33—84.
5. *Nielsen, N. J.* Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Studsgaard 1918—28. 245. ber. 37. bd. 1931, s. 353—437.
6. *Nielsen, N. J.* og *Wested, Jacob.* Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Studsgaard 1929—36. 326. ber. 44. bd. 1939, s. 158—185.
7. *Hansen, Frode.* Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Studsgaard 1937—44. 408. ber. 51. bd. 1948, s. 500—527.

8. *Iversen, Karsten.* Fosforsyre- og Kaliforsøg ved Statens Forsøgsstationer 1927—1942. 392. ber. 50 bd. 1946, s. 299—366.
9. *Heick, Fr.* og *Sandfær, Jens.* Fastliggende forsøg med vanding og gødskning. 532. ber. 60. bd. 1957, s. 621—656.
10. *Iversen, Karsten* og *Dorph-Petersen, K.* Forsøg med stigende mængder kvælstofgødning til rodfrugt ved anvendelse af forskellige mængder staldgødning og ajle. 510. ber. 59. bd. 1955, s. 433—463.

Sortsforsøg med høje ærter. 1956-58

Ved Johannes Jensen

607. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Beretningen omhandler udbytteforsøg med sorter af høje ærter indenfor grupperne: marværter, skalærter, sukkerærter, brydmarværter og brydsukkerærter, udført ved forsøgsstationerne Virum og Spangsbjerg i årene 1956—58. Hovedresultaterne er offentliggjort i 626. meddelelse. Forsøg med høje marværter blev sidst udført i årene 1921—24 og resultaterne fra disse er meddelt i 199. beretning.

Beretningen er udarbejdet af assistent *Johannes Jensen*, Spangsbjerg.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

Forsøgene blev påbegyndt i 1956 med 32 sorter, dels tilmeldt, dels indkøbt fra 9 frøfirmaer og privatpersoner.

Efter første års forsøg blev, af udbytte- og kvalitetsmæssige grunde, følgende 17 sorter udskudt:

Marværter: Drusus, D.C.L.B., Stens 4667/47, Høj Amerikansk, Fairbeards Nonpareil, Perfection, Alderman, Grenader, Gradus.

Skalærter: Delikat.

Sukkerærter: Nordlands, Nordlands Express, Reveny, Goliath, Signal, Sabel 2932/46.

Brydsukkerærter: Pollux.

I forsøgsopgørelsen er medtaget 14 af de resterende 15 sorter. Lbnr. 12, brydmarværten Sero, måtte udgå i 1958, da der ikke kunne fremskaffes udsæd.

Forsøgene er udført på let lerjord ved Virum og på god sandmuldet jord ved Spangsbjerg.

Forsøgsarbejdet og vejrforholdene

Forsøgene har været anlagt med 3 fællesparceller à 9 m², rækkeafstand 50 cm med udeladelse af hver tredie række. Såningen er foretaget omkring 10. maj, og for at sikre fuld og ensartet plante-

bestand er der anvendt rigeligt udsæd (1000 g pr. 100 m rk.), som er afsvampet med et captan-middel. Efter ærternes fremspiring er der riset med 1½—2 m høje ris eller trådvæv.

Om forfrugt og gødskning kan oplyses følgende:

			Gødninger i kg/ha			
		Forfrugt	kalig. 50%	super-fosfat	kalk-salpeter	Hoechst
Virum	1956	Rødbeder	500	300	200	—
	1957	Tulipaner	300	300	200	—
	1958	Kartofler	600	300	—	—
Spangsbj.	1956	Rødkål	—	—	—	500
	1957	Rødbeder	—	—	—	575
	1958	Jordbær	—	—	—	450

Om de meteorologiske forhold kan oplyses, at der ikke for månederne maj, juni, juli og august har været store afvigelser fra normaltemperaturen i de 3 forsøgsår. Nedbørsmængden har ligeledes været omkring det normale bortset fra, at den i august for Spangsbjergs vedkommende i alle 3 år har ligget over det normale, hvilket har forringet sundhedstilstanden i den sidste del af plukkeperioden.

Der er i løbet af vækstperioden gjort optegnelser over tidspunktet for fremspiring samt begyndende og afsluttende blomstring, endvidere er der givet karakter for fremspiringskraft og før begyndende blomstring for vækstkraft, farve og sundhed. Ved høstens afslutning er målt planternes gennemsnitshøjde.

Efter plukningen er bælgene beskrevet med hensyn til form og fyldthed, og der er givet karakter for sundhed, farve og handelsværdi. Efter vejningen er der ved hver plukning udtaget en gennemsnitsprøve på ½ kg, i hvilke bælgene er talt og bælget, hvorefter frøene er talt, sorteret og vejet i følgende 3 størrelser: I under 7½ mm, II 7½—9 mm og III over 9 mm. Frøene er endvidere beskrevet med hensyn til form og smag, og der er givet karakter for frøfarve.

Forsøgsresultater

I *tabel 1* er angivet udbytte af *grønne bælge* i de enkelte år og gennemsnitsudbyttet ved henholdsvis Virum og Spangsbjerg.

Tabel 1. Udbytte af grønne bælge, hkg/ha

Lbnr. og navn	Virum 1956	1957	1958	gns.	fht.	Spangsbjerg 1956	1957	1958	gns.	fht.
Marværter.										
5. Trophy	74	142	140	119	118	139	135	99	124	105
4. Hamlet	95	126	113	111	110	156	127	138	140	119
8. Als	78	104	112	98	97	140	113	109	121	103
7. Opa	69	108	97	91	90	125	130	114	123	104
3. Sommarstens	82	119	119	107	106	121	107	110	113	96
1. D.C.L.A.	77	119	100	99	98	113	96	107	105	89
2. Aristide	96	120	95	104	103	118	122	106	115	97
6. Kelved. Monarch	66	107	81	85	84	103	99	91	98	83
14. Telefon	65	118	110	98	97	128	124	129	127	108
13. Duke of Albany	67	117	107	97	96	124	132	96	117	99
Gens	77	118	107	101	100	127	119	109	118	100
Brydmarværter.										
10. Apollo	72	137	160	123	111	149	163	120	144	104
11. Rival	90	116	88	98	88	137	142	117	132	96
Gens	81	127	124	111	100	143	153	119	138	100
Sukkerærter.										
9. Torgsabel	84	130	140	118	105	154	153	128	145	105
15. Engelsk Sabel	79	130	107	105	94	139	122	133	131	95
Gens	82	130	124	112	100	147	138	131	138	100

For marværternes vedkommende er der ikke fuld overensstemmelse med hensyn til sorternes udbyttemæssige placering ved de to forsøgsstationer, det er dog således, at Hamlet og Trophy begge steder har været blandt de højestydende, ved Virum efterfulgt af Sommarstens og Aristide og ved Spangsbjerg af Opa og Als. Telefon har ved Spangsbjerg givet det næsthøjeste udbytte. Blandt de lavestydende har begge steder været Kelvedon Monarch, D.C.L.A. og Duke of Albany.

Af brydmarværterne har Apollo begge steder givet det højeste udbytte og af sukkerærterne Torgsabel.

Gennemsnitsudbyttet er for alle tre grupper højest ved Spangsbjerg med 118 og 138 hkg grønne bælge pr. ha.

Tabel 2. Udbytte af grønne frø, hkg/ha

Lbnr. og navn	Virum 1956	1957	1958	gns.	fht.	Spangsbjerg 1956	1957	1958	gns.	fht.
Marværter.										
5. Trophy	27	64	68	53	139	68	73	43	61	122
4. Hamlet	36	53	42	44	116	62	51	54	56	112
8. Als	30	47	50	42	111	65	54	49	56	112
7. Opa	25	47	41	38	100	56	60	48	55	110
3. Sommarstens	27	52	43	41	108	52	44	49	48	96
1. D.C.L.A.	27	51	39	39	103	52	45	48	48	96
2. Aristide	30	48	33	37	97	51	53	45	50	100
6. Kelved. Monarch	23	46	31	33	87	48	47	41	45	90
14. Telefon	16	37	30	28	74	44	47	40	44	88
13. Duke of Albany	15	34	29	26	68	42	45	32	40	80
Gens.	26	48	41	38	100	54	52	45	50	100
Brydmarværter.										
10. Apollo	14	37	38	30	107	40	48	30	39	95
11. Rival	18	41	20	26	93	43	52	31	42	102
Gens.	16	39	29	28	100	42	50	31	41	100

I *tabel 2* er opført udbytte af *grønne frø*. Disse udbyttetal er beregnet udfra hkg grønne bælge pr. ha og frøprocenten ved alle plukninger. Af gruppen marværter har Trophy, Hamlet og Als begge steder været de tre højestydende. De efterfølges ved Virum af Sommarstens og D.C.L.A., men ved Spangsbjerg af Opa og Aristide. Lavestydende har begge steder været Duke of Albany, Telefon og Kelvedon Monarch.

For brydmarværternes vedkommende er der ikke overensstemmelse mellem de to forsøgssteder med hensyn til udbytte af grønne frø, men da de i husholdningen anvendes på samme måde som sukkerærter, må hovedvægten lægges på udbyttet af grønne bælge.

For sukkerærternes vedkommende er der kun bestemt udbytte af grønne bælge.

Gennemsnitsudbyttet af grønne frø er højest ved Spangsbjerg med 50 hkg pr. ha.

I *tabel 3* er opført gennemsnit af de *karakterer*, der er givet vedrørende planterne, bælgene og frøene, endvidere plantehøjde og oplysninger om frøsmagen.

Tabel 3. Karakterer 0—10 m.v. Gennemsnit alle forsøg. 1956—58

Lbnr. og navn	Planter: fremspiring 10 = bedst	Planter: vækstkraft 10 = kraftigst	Planter: farve 10 = mørkest	Planter: sundhed 10 = sundest	Planter: højde gns. cm	Bælge: sundhed 10 = sundest	Bælge: farve 10 = mørkest	Bælge: handelsværdi 10 = størst	Bælge: Frøfarve 10 = mørkest	Smag
Marværter.										
5. Trophy	7	7	10	10	128	10	9	10	8	sød
4. Hamlet	8	8	8	10	127	9	8	9	8	meget sød—sød
8. Als	7	9	7	10	172	10	8	9	8	meget sød—sød
7. Opa	7	10	7	10	192	10	6	8	5	meget sød
3. Sommarstens	9	10	7	10	148	8	9	7	9	meget sød
1. D.C.L.A.	8	7	9	10	96	9	8	8	8	sød
2. Aristide	8	9	7	10	135	9	8	8	7	sød
6. Kelvedon Monarch	7	7	10	10	86	8	9	8	8	sød, lidt vandet
14. Telefon	9	10	7	10	158	9	8	9	8	sød
13. Duke of Albany	7	10	7	10	171	9	9	8	8	meget sød—sød
Brydmarværter.										
10. Apollo	7	9	7	10	165	9	7	8	8	meget sød
11. Rival	8	9	7	10	142	8	6	7	8	sød
Sukkerærter.										
9. Torgsabel	8	10	7	10	163	10	5	6		
15. Engelsk Sabel	8	9	7	10	166	10	5	4		

Tabel 4. Oversigtstabel. Sortsforsøg med høje ærter. 1956—58

Gennemsnit af 6 forsøg

Lbnr. og navn	Grønne frø hkg/ha	Grønne frø fht.	Grønne bælge hkg/ha	Grønne bælge fht.	Frø-procent	Antal bælge pr. kg	Antal frø i 100 bælge	Sort. i 3 størr. pct. under 7½ mm	7½ –9 mm	over 9 mm	Høstfordeling pct. af kg grønne bælge i perioder 1.	2.	3.	4.	Plukkeperiode antal dage
Marværter.															
5. Trophy, Weibull S 1959	57	130	121	111	47.1	187	534	8	20	72	—	5	57	38	20
4. Hamlet, Hunderup S 1959	50	114	126	115	39.5	180	668	13	41	46	11	40	39	10	24
8. Als, S 1959	49	111	109	99	44.9	150	558	5	20	75	6	39	44	11	23
7. Opa, Toftø S 1959	46	105	107	97	43.0	181	523	9	32	59	2	21	54	23	25
3. Sommarstens, Ny Munkeg. S 1959	45	102	110	100	40.6	198	577	17	34	49	30	51	15	4	26
1. D.C.L.A.	44	100	102	93	42.7	236	679	31	47	22	25	51	22	2	24
2. Aristide	43	98	110	100	39.5	200	600	19	40	41	57	33	9	1	27
6. Kelvedon Monarch	39	89	91	83	42.9	180	545	8	26	66	53	40	7	—	19
14. Telefon	36	82	112	102	31.9	114	638	13	22	65	35	49	11	5	24
13. Duke of Albany	33	75	107	97	30.6	104	703	14	27	59	31	48	16	5	26
Gens.	44	100	110	100											
Brydmarværter.															
10. Apollo, Weibull S 1959	34	100	134	107	25.7	162	614	33	41	26	25	46	20	9	25
11. Rival, Ny Munkegaard S 1959	34	100	115	92	29.7	153	490	14	22	64	66	24	8	2	22
Gens.	34	100	125	100											
Sukkerærter.															
9. Torgsabel	—	—	131	105	—	118	—	—	—	—	13	44	31	12	22
15. Engelsk Sabel	—	—	118	94	—	118	—	—	—	—	19	44	31	6	23
Gens.	—	—	125	100											

Planternes sundhedstilstand har været tilfredsstillende. Plantehøjden varierer en del sorterne imellem, højest er Opa og Als, lavest Kelvedon Monarch og D.C.L.A. Alle marværtsorterne har gennemgående mørke bælge og frø, Opa undtaget. Brydmarværterne har ret lyse bælge, men mørke frø og sukkerærterne meget lyse, nærmest gullige bælge.

I *tabel 4* (*oversigtstabel*) er sorterne opført efter udbytte af grønne frø i hkg pr. ha. Endvidere er angivet den procentvise fordeling af frøene i tre størrelser og høstfordeling i pct. af kg grønne bælge i fire perioder, sidstnævnte giver et godt udtryk for sorternes tidlighed. Hver periode omfatter ca. 6 dage af hele plukkeperioden.

Trophy har med 57 hkg grønne frø pr. ha givet det største udbytte. Den har høj frøprocent, er meget storfrøet og sildig med hovedparten af høsten i 3. og 4. periode. Dernæst følger Hamlet med 50 hkg pr. ha. Den har ret lav frøprocent, frøene er mindre, og den er ikke så sildig. Als og Opa har givet henholdsvis 49 og 46 hkg pr. ha. De har begge ret høj frøprocent og er noget sildige. Førstnævnte har meget store frø og Opa er den mest lysfrøede af de prøvede sorter. Sommarstens er tidligere end de forannævnte sorter.

D.C.L.A. er den mest småbælgede og småfrøede af sorterne og Aristide den tidligste.

Brydmarværterne, der er fremkommet ved krydsning imellem marvært og sukkerært, udmærker sig ved, ligesom sukkerærterne, at mangle den sejge hinde på bælgenes inderside. De grønne frø minder i kvalitet om marværter, men da både bælge og frø anvendes i husholdningen på samme måde som sukkerærterne, må det for disse to grupper være udbyttet af grønne bælge, der er det afgørende. Apollo har givet det største udbytte, den har lidt mindre bælge og er sildigere end Rival. Af sukkerærterne har Torgsabel givet det største udbytte, men adskiller sig ellers ikke meget fra Engelsk Sabel.

Som dyrkningsværdige anerkendes 5 høje marværter og 2 brydmarværter. Disse vedføjes S 1959.

Beskrivelse af sorterne

Marværter

Lbnr. 5. *Trophy, Weibull S 1959.* (Ejer: W. Weibull A.-B., Landskrona, Sverige).

Tidligere anerkendt som første klasses sort ved Statens Trädgårdsförsök, Alnarp, Sverige.

Sorten er meget sildig, kraftigvoksende, med svære stængler, middelstore, svagt marmorerede, mørkegrønne blade og ret store, hvide blomster. Højde 128 cm. Bælgene middelstore, rette til svagt buede, mørkegrønne og velfyldte. Frøene er meget store, glatte og kraftigt grønne. Smagen sød. Har givet et stort udbytte af grønne frø.

Lbnr. 4. *Hamlet, Hunderup S 1959.* (Ejer: A/S L. Dæhnfeldt, Odense).

Sorten er middeltidlig, kraftigvoksende, med mørkegrønne, svagt marmorerede blade og hvide blomster. Højde 127 cm. Bælgene er middelstore til store, stærkt buede, grønne og ret velfyldte. Frøene middelstore, glatte og pænt grønne. Smagen sød til meget sød. Har givet et stort udbytte af grønne frø.

Lbnr. 8. *Als, S 1959.* (Frø leveret af Statens forsøgsgaard, Rønhave, Sønderborg).

Det er en mindst 50 år gammel lokal sort fra Als, som der går under flere forskellige navne, såsom Frederik VII, Dronningeært m.v. Man har ved forsøgenes afslutning valgt at kalde den Als.

Sorten er middeltidlig til sildig, kraftigvoksende, med svære stængler, meget store frisk grønne, svagt marmorerede blade og store hvide blomster. Højde 172 cm. Bælgene er store, grønne, nærmest rette, ret brede og med stump afslutning, velfyldte. Frøene meget store, glatte og frisk grønne. Smagen sød til meget sød. Har givet et stort udbytte af grønne frø.

Lbnr. 7. *Opa, Toftø S 1959.* (Ejer: Fællesforeningen for Danmarks Brugsforeninger og Danske Landboforeningers Frøforsyning).

Den er sildig, kraftigvoksende med svære stængler, store lysegrønne, svagt marmorerede blade og middelstore, hvide blomster. Højde 192 cm. Bælgene er middelstore, svagt buede til buede,

lysegrønne og velfyldte. Frøene store, glatte, lysegrønne. Smagen meget sød. Har givet et godt udbytte af grønne frø.

Lbnr. 3. *Sommarstens, Ny Munkegaard S 1959.* (Ejer: J. E. Ohlsens Enke, Kbhvn.)

Sorten er tidlig, kraftigvoksende med ret kraftige stængler, store, lidt lysegrønne blade og middelstore, hvide blomster. Højde 148 cm. Bælgene middelstore til små, lidt lysegrønne, rette til svagt buede med stump afslutning, ret velfyldte. Frøene middelstore, glatte, mørkegrønne. Smagen meget sød. Har givet et godt udbytte af grønne frø.

Lbnr. 1. *D.C.L.A.*

Sorten er tidlig, ret svagtvoksende med små mørkegrønne blade og små hvide blomster. Højde 96 cm. Bælgene er meget små, kraftigt grønne, stærkt buede til krumme, velfyldte. Frøene små, glatte og pænt grønne. Smagen sød. Har givet middel udbytte af grønne frø.

Lbnr. 2. *Aristide.*

Sorten er meget tidlig, ret kraftigvoksende, med middelstore,

svagt lysegrønne, stærkt marmorerede blade og middelstore, hvide blomster. Højde 135 cm. Bælgene små, grønne, buede, ikke helt udfyldte. Frøene middelstore, lidt kantede, grønne til svagt lysegrønne. Smagen sød. Har givet middel udbytte af grønne frø.

Lbnr. 6. *Kelvedon Monarch.*

Sorten er meget tidlig, lav med kraftige stængler, middelstore, mørkegrønne blade og hvide blomster. Højde 86 cm. Bælgene middelstore, mørkegrønne, rette og velfyldte. Frøene store, glatte og grønne. Smagen sød — lidt vandet. Har givet et beskedent udbytte af grønne frø.

Lbnr. 14. *Telefon.*

Sorten er tidlig, kraftigvoksende, med meget store, grønne, svagt marmorerede blade og store hvide blomster. Højde 158 cm. Bælgene store, grønne, nærmest rette og mindre godt udfyldte. Frøene store, glatte og grønne. Smagen sød. Har givet et lille udbytte af grønne frø.

Lbnr. 13. *Duke of Albany.*

Sorten er tidlig, kraftigvoksende, med svære stængler, store, grønne, svagt marmorerede blade og store hvide blomster. Højde 171 cm. Bælgene meget store, mørkegrønne, rette til svagt buede, med lille frøprocent. Frøene store, glatte og grønne. Smagen sød — meget sød. Har givet et lille udbytte af grønne frø.

Brydmarværter

Lbnr. 10. *Apollo, Weibull S 1959.* (Ejer: W. Weibull A.-B., Landskrona, Sverige).

Fremkommet ved krydsning i 1944 mellem Apollo og Balder. Tidligere anerkendt som første klasses sort ved Statens Trädgårdsförsök, Alnarp, Sverige.

Sorten er middeltidlig, kraftigvoksende, med ret tynde stængler, middelstore grønne, stærkt marmorerede blade og hvide blomster. Højde 165 cm. Bælgene store, lidt lysegrønne, skinnende, tykvæggede og skøre, uden indvendig hinde, men med lille frøindhold. Frøene meget små, glatte og grønne. Smagen meget sød. Har givet et stort udbytte af grønne bælge.

Lbnr. 11. *Rival, Ny Munkegaard S 1959.* (Ejer: J. E. Ohlsens Enke, København).

Sorten er tidlig, ret kraftigvoksende, med svære stængler, store marmorerede blade og hvide blomster. Højde 142 cm. Bælgene store, buede, lidt brede, lysegrønne, tykvæggede og skøre uden indvendig hinde, med lille frøindhold. Frøene store, glatte og grønne. Smagen sød. Har givet et pænt udbytte af grønne bælge.

Sukkerærter

Lbnr. 9. *Torgsabel.*

Sorten middeltidlig, kraftigvoksende, med ret svære stængler, store lysegrønne, svagt marmorerede blade og hvide blomster. Højde 163 cm. Bælgene store, brede, nærmest rette, tyndvæggede, skøre, lysegrønne med mørkere rygsøm, ensartede. Har givet et godt udbytte.

Lbnr. 15. *Engelsk Sabel.*

Sorten middeltidlig, kraftigvoksende, med svære stængler, middelstore, lysegrønne, svagt marmorerede blade og hvide blomster. Højde 166 cm. Bælgene store, rette, brede, lysegrønne med mørkere rygsøm, tyndvæggede, skøre, med nogen tilbøjelighed til at blive buklede. Har givet et ret beskedent udbytte.

Forsøgsfejlens afhængighed af antal forsøgsled og fællesparceller

Af K. Dorph-Petersen

Det har længe været kendt, at forsøgsfejlen i markforsøg tiltager med stigende antal forsøgsled og aftager med øget antal fællesparceller. Derfor har man i danske »lokale forsøg« søgt at få overholdt, at antallet af fællesparceller skal være mindst lige så stort som antallet af forsøgsled. Tilsvarende har ikke kunnet overholdes i forsøgsstationernes forsøg med mange forsøgsled, f.eks. sorts- og stammeforsøg.

Da det må antages, at forsøgsfejlens afhængighed af antal forsøgsled og fællesparceller er bestemt af jordens uensartethed, planteart m.v., har det interesse for dansk forsøgsvirksomhed at kende noget til denne relation for danske jordtyper og afgrøder. Da vi hovedsagelig anvender forsøgsplaner med systematisk parcelfordeling, har det dertil interesse at se nævnte relation ved anvendelse af systematiske forsøgsplaner.

For at give et bidrag til belysning af nævnte forsøgsteoretiske problem, er en omfattende undersøgelse udført ved hjælp af resultater fra danske prøvedyrkninger (blindforsøg, ensartethedsundersøgelser). Undersøgelsen omfatter kun kvadratforsøg og rektangulære forsøg (eller blokforsøg) med parceller, der er kvadratiske eller rektangulære med længde mindre end 2 gange bredden. På grund af rækkeforsøgenes store anvendelse har en tilsvarende undersøgelse af denne forsøgstype lige så stor eller større interesse, men en sådan er udskudt til et senere arbejde, dels fordi der endnu savnes velegnede prøvedyrkninger, og fordi en sådan undersøgelse må omfatte forsøgsopgørelse efter Lindhards metode.

Alle de her omtalte beregninger er udført ved at indlægge fingerede forsøg i prøvedyrkninger. Ud fra udbyttet i prøvedyrkningernes enkelte parceller beregnes udbyttet af forsøgsleddene i de fingerede forsøg, og forskellen mellem disse forsøgsleds udbyttetal er da mål for forsøgsfejlen i pågældende forsøg. Denne

forsøgsfejl udtrykkes gennem forsøgsleddenes middelfejl, beregnet af forsøgsleddenes afvigelser fra deres gennemsnit.

For at kunne drage almene slutninger, må en sådan undersøgelse omfatte gennemsnit af et stort antal fingerede forsøg, thi kun derved fjernes de tilfældige afvigelser, og de søgte relationer kommer klart frem. Der er i nærværende arbejde som sådant gennemsnit anvendt middelværdier af forsøgsfejlene i fingerede forsøg efter samme plan, når disse er indlagt i prøvedyrkninger med samme afgrøde, målt i samme enhed – hkg pr. ha.

Formålet er at sammenligne forsøgsfejlene i forsøg med varierende antal forsøgsled og fællesparceller, men for at denne sammenligning kan ske, må de pågældende fingerede forsøg indlægges i nøjagtigt samme parceller i en prøvedyrkning. Dette er opnået ved at vælge størrelsen af prøvedyrket areal og forsøgsformer således, at et vist antal af enhver af de prøvede forsøgsformer kan dække prøvedyrkningen helt. F.eks. kan et kvadrat af 36 parceller dækkes af 4 kvadratforsøg med 3 led eller et kvadratforsøg med 6 led.

For at kunne anvende meget varierende antal forsøgsled og fællesparceller er hovedundersøgelsen udført i prøvedyrkninger med 144 parceller liggende i kvadrat med 12 parceller på hver led. Da så store prøvedyrkninger er sjældne, er denne del af undersøgelsen indskrænket til 5 prøvedyrkninger i havre liggende på Godthaab, Blangstedgaard, Tylstrup og Hornum forsøgsstationer. I disse prøvedyrkninger er udvalgt ialt 10 arealer à 144 parceller.

Som fingerede forsøgsplaner er anvendt kvadratforsøg med systematisk parcelfordeling efter de almindelige principper med hhv. 2, 3, 4, 6 og 12 forsøgsled. Deraf er ved sammenlægning dannet dobbeltkvadratiske og multikvadratiske forsøg. Endvidere prøvedes forsøg, som udgjorde en del af de kvadratiske forsøg og herunder også forsøg med 24 forsøgsled og hhv. 3, 4 og 6 fællesparceller. Alle ikke-kvadratiske forsøg (samt 12-leddet kvadratforsøg) er prøvet i to på hinanden vinkelrette orienteringer, for at eliminere virkningen af striber eller skævhed i arealernes produktivitet. For de fleste forsøgsformer er der tale om et stort antal fingerede forsøg, for 3-leddede kvadratforsøg således ialt 160, men for store forsøgsplaner går antallet af fingerede forsøg ned til 20.

Resultaterne af disse undersøgelser, i form af middelfejlene i middel af alle forsøg med samme antal forsøgsled og fællesparceller (i hkg kærne + halm pr. ha) ses af følgende tabel:

	Antal fællesparceller							
	1	2	3	4	6	8	12	24
2 forsøgsled	3.78	1.77	—	1.19	0.92	0.79	0.57	0.40
3 »	3.97	—	1.58	—	1.09	—	0.74	0.53
4 »	4.13	—	—	1.42	—	—	0.74	—
6 »	4.38	—	2.12	—	1.29	—	0.86	0.58
12 »	4.67	—	2.43	2.06	1.49	—	1.06	—
24 »	—	—	2.57	—	1.78	—	—	—

Tallene over og tilhøjre for den fremhævede linie gælder for kvadratiske og multikvadratiske forsøg, medens tal til venstre og under denne linie gælder forsøg, der er dele af kvadratforsøg.

Ved at læse tabellens vandrette linier ses, at med fast antal forsøgsled aftager forsøgsfejlen med tiltagende antal fællesparceller.

Læses tabellen lodret ses, at med fikseret antal fællesparceller tiltager forsøgsfejlen med stigende antal forsøgsled. Men denne relation er ikke retlinet, tværtimod er den ofte stærkt affladende, således at fejlens stigning pr. tillagt forsøgsled aftager stærkt, når man kommer op på over 8-10 led. D.v.s., at man i forsøg, der skal omfatte store antal led – 12-20 – ikke behøver at tage meget hensyn til, om der tages et par forsøgsled mere eller mindre med. Det må tilføjes, at en lille supplerende undersøgelse omfattende forsøg med 3 fællesparceller og hhv. 3, 6 og 12 forsøgsled indlagt i 3×12 parceller i 30 prøvedyrkninger i byg, rug, runkelroer og kartofler nærmest gav indtryk af retliniet regression mellem forsøgsfejl og antal forsøgsled, men resultaterne er ret uensartede.

Ved i tabellen at sammenligne resultaterne for kvadratforsøg med 2, 3, 4, 6 og 12 forsøgsled ses det, at forsøgsfejlen aftager stærkt med tiltagende antal forsøgsled og fællesparceller. Dette viser, at den i »lokale forsøg« anvendte regel om mindst lige så

mange fællesparceller som forsøgsled er gunstigst for forsøg med mange led. Det er derfor velbegrundet, når man i 3-leddede »lokale forsøg« anvender omkring 6 fællesparceller.

Dette forhold, at fejlen aftager med stigende størrelse af kvadratforsøg, er også vist i en supplerende undersøgelse omfattende kvadratforsøg med 2, 3 og 6 led indlagt i 36 parceller i 30 prøvedyrkninger i hhv. byg, rug, runkelroer og kartofler.

(Detailleret beskrivelse af foranstående undersøgelser findes i en duplikeret redegørelse, som interesserede kan få tilsendt fra Statens Planteavlskontor, Rolighedsvej 26, København V.)

Om bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium i plantemateriale

Af Aage Henriksen

I løbet af den sidste halve snes år har de kemiske laboratorier fået stillet en række nye hjælpemidler til rådighed, såvel fysiske måleapparater som kemikalier, hvorved nye analyseopgaver har kunnet tages op, og mange af de gammelkendte har kunnet forenkles væsentligt. For bestemmelsen af de stoffer, som nærværende afhandling skal beskæftige sig med, har fremkomsten af flammefotometret nok været den mest betydningsfulde kilde til forenkling, idet man hermed – under anvendelse af passende teknik – kan bestemme en opløsnings indhold af calcium, kalium og natrium i en brøkdel af den tid, der kræves til analyse efter de hidtidige gravimetriske metoder. Også flammefotometrisk magnesiumbestemmelse kan foretages, men er forbundet med adskillige tekniske vanskeligheder og kræver specielt udstyrede instrumenter. Betydeligt enklere kan magnesium bestemmes ved komplexometrisk titrering efter Schwarzenbach (1955).

Herhjemme har flammefotometret allerede i nogle år været anvendt til bestemmelse af kalium og natrium i jordekstrakter, hvilket har betydet en væsentlig forenkling af arbejdet med disse analyser. Den komplexometriske titrering har siden 1955 været anvendt til lignende bestemmelser af calcium og magnesium (Jensen og Henriksen 1955)og har løst dette problem på en enkel og tilfredsstillende måde. Derimod har man til bestemmelser af de ovennævnte stoffer i plantemateriale stadig anvendt de mere tidkrævende gravimetriske metoder, og det var derfor nærliggende at søge også disse erstattet med de ovennævnte forenklede metoder.

I udenlandsk faglitteratur er der i de senere år publiceret talrige afhandlinger om disse spørgsmål, men sædvanligvis beskæftiger man sig kun med bestemmelse af et enkelt eller et par af

de nævnte stoffer i samme ekstrakt. Imidlertid bliver det mere og mere aktuelt at bestemme flere stoffer, herunder tillige fosfor, i samme materiale, hvilket forhold må tages i betragtning, hvis mulighederne for arbejdsbesparelser skal udnyttes fuldtud. Foraskningsmetoden og askens videre behandling, til ekstrakten er klar til analyse, bør med andre ord vælges sådan, at der kun behøves een enkelt foraskning til bestemmelse af samtlige stoffer.

Spørgsmålet om en hurtig og pålidelig metode til bestemmelse af fosfor i planter er undersøgt af Benjaminsen og Jensen (1956), der fandt en særdeles god overensstemmelse mellem resultaterne af en kolorimetrisk vanadat-molybdatmetode og en af J. Find Poulsen (1936) udarbejdet modifikation af den hidtil anvendte Lorenz-metode. Vanadat-molybdatmetoden repræsenterer formentlig den enkleste og bedste hidtidige metode til fosforbestemmelse i plantemateriale; det var derfor naturligt at undersøge mulighederne for også at bestemme calcium, magnesium, kalium og natrium i den resterende ekstrakt fra denne analyse.

Foraskning m.v.

Efter Benjaminsen og Jensen (1956) udføres foraskning m.v. på følgende måde: »En stofmængde med et indhold af 4–8 mg P foraskes (bedst i elektrisk ovn), og asken tilsættes 10 ml 10 pct. saltsyre, der afdampes på vandbad. Efter afdampning af syren fortsættes inddampningen endnu ca. 15 minutter, hvorefter det foraskede stof tørres i tørreskab ved 110°C i ca. 30 minutter. Efter afkøling føres diglens indhold ved hjælp af varmt vand og en »gummispatel« over i en 100 ml målekolbe. Der tilsættes 20 ml salpetersyre I (1 del koncentreret HNO_3, vægtfylde 1.42, til 2 dele vand) og fyldes op til mærket med destilleret vand. Efter henstand i ½ time filtreres«. – Denne forskrift er fulgt ved fremstilling af ekstrakterne til analyse, med følgende rent praktiske ændringer:

1. Den angivne stofmængde fordobles, således at man til fosforbestemmelsen kan nøjes med at udtage 25 ml ekstrakt istedet for de foreskrevne 50 ml. For at bevare den foreskrevne salpetersyrekoncentration uændret, tilsættes 5 ml salpetersyre I og 20 ml vand, hvorefter fosforbestemmelsen fortsættes som beskrevet af

Benjaminsen og Jensen (1956). Ved denne ændring fås tilstrækkelig ekstrakt tilovers til bestemmelsen af de øvrige fire stoffer.

2. Da det – specielt i ældre digler med ru overflade – kan være vanskeligt at frigøre inddampningsresten ved hjælp af varmt vand alene, anvendtes i stedet for varmt vand de 20 ml salpetersyre til frigøring af inddampningsresten og afskylning af diglen. Herved opnår man sikkerhed for, at inddampningsresten kvantitativt kan overføres til målekolben.

Iøvrigt skal følgende bemærkes til den citerede forasknings-forskrift: Det er vigtigt, at foraskningen sker ved så lav temperatur som muligt for at undgå dels tab af fosfor, dels smeltning af asken og dannelse af vanskeligt opløselige silikater, der kan tilbageholde større eller mindre mængder af de stoffer, der skal bestemmes. Indledes foraskningen med ganske langsom forkulning af stoffet over en svag bunsenflamme, kan man forhindre, at prøven bryder i brand, hvorved temperaturen momentant kan overskride det tilladelige. Først når stoffet er tilstrækkeligt forkullet, overføres diglen til en elektrisk ovn med en temperatur på ca. 300 °C, som derpå gradvis sættes op til 500–550 °C.

Den tid, der medgår til foraskningen af stoffet, er forskellig, afhængig af stoffets natur og ovnens beskaffenhed; men som oftest må man regne med 4–5 timer. Har man flere prøver i ovnen samtidig, må man lejlighedsvis lade dem bytte plads for at sikre ensartede foraskningsbetingelser.

Behandling af asken efter den foran citerede fremgangsmåde resulterer i et filtrat med en salpetersyrekoncentration, svarende til ca. 0.9 normal. Skal der foretages fosforbestemmelse, anvendes 25 ml af filtratet hertil, og de resterende ca. 75 ml kan anvendes til bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium. Som foran nævnt er det muligt at bestemme alle disse fire stoffer flammefotometrisk uden forudgående adskillelse. Bestemmelsen af magnesium er dog forbundet med visse vanskeligheder og kræver et specielt udstyr til flammefotometret, en såkaldt fotomultiplier, samt anvendelse af ilt-brintflamme istedet for ilt-acetylenflamme. Da flammefotometret, der stod til rådighed for undersøgelserne (Beckman, model DU), ikke var forsynet med ovennævnte specialudstyr, måtte flammefotometrisk magnesium-bestemmelse på forhånd udelukkes. Istedet valgtes at foretage

bestemmelsen ved komplexometrisk titrering, og samme mulighed foreligger også for calciumbestemmelsen.

Fjernelse af interfererende stoffer

Forud for komplexometrisk bestemmelse af calcium og magnesium i opløsninger af planteaske er det en uomgængelig nødvendighed, at fosforsyre, aluminium og jern bortskaffes, da slutpunktet ved titreringen ellers bliver uskarpt eller ved større mængder af de nævnte stoffer endog helt kan udeblive. De nævnte stoffer interfererer ligeledes stærkt med den flammefotometriske calciumbestemmelse, på hvilken de alle har en udpræget negativ effekt.

Til adskillelse af fosforsyre fra een- og togyldige kationer er foreslået flere forskellige fremgangsmåder. Gehrke, Affsprung og Lee (1954) lader afgrødeekstrakten passere gennem en anionbytter (Amberlite IR-4B), som tilbageholder fosfationer og andre anioner. Hemmingway (1956) anvender omvendt en kationbytter (Amberlite IR-120 H), som lader fosfationerne passere, hvorefter de adsorberede kationer frigøres fra ionbytteren ved hjælp af 5 normal salpetersyre. Spindler og Wolf (1956) fælder fosfationerne i opløsningen ved hjælp af zirkonoxychlorid, medens Rauterberg og Ossenberg-Neuhaus (1958) anvender ferrichlorid. Når fremstillingen af askeopløsningen er afpasset derefter, er alle fire metoder lige anvendelige til adskillelsen af fosfationer fra kationerne, men med en syrekoncentration ca. 0.9 normal kan der af rent tekniske grunde kun være tale om at anvende een af de to sidstnævnte metoder, hvor fosfationerne udfældes. Disse metoder må tillige foretrækkes, fordi de har den fordel, at også jern (ferri) og aluminium udfældes. Tilbage er kun spørgsmålet om, hvilken metode der er mest velegnet.

Efter Spindler og Wolf (1956) adskilles fosfat-, ferri- og aluminiumioner fra de een- og togyldige kationer på følgende måde: I et bægerglas afpipetteres 25 ml af askeopløsningen, hidrørende fra asken af ca. 5 g prøvemateriale, opløst ved hjælp af 10 ml saltsyre 1:2 og fyldt op til 100 ml med destilleret vand. Efter tilsætning af nogle få dråber bromkresolgrønt (0.1 pct. opløsning i 20 pct. alkohol) opvarmes til kogning; 5 ml af en opløsning,

indeholdende 0.85 g zirkonoxychlorid i 100 ml vand, tilsættes derpå langsomt under omrystning, hvorefter der neutraliseres med ammoniakvand til omslag. Efter afkøling bringer man den samlede opløsning samt bundfaldet over i en 100 ml målekolbe og fylder op til mærket ved 20°C.

Efter Rauterberg og Ossenberg-Neuhaus (1958) arbejdes på følgende måde: 50 ml (eller eventuelt en anden mængde) af den opløsning, der skal undersøges, overføres til en 100 ml målekolbe, gøres sur med lidt saltsyre og der tilsættes 5 ml 5 pct. ferrichloridopløsning. Dernæst tilsættes så meget 1 normal natriumhydroxyd, at der lige netop indtræder en blivende uklarhed. Opløsningen har da en pH-værdi på ca. 3.5, hvilken imidlertid ikke behøver at kontrolleres. Derpå tilsættes 15 ml 1 normal natriumacetat, pH 4.6, og kolben anbringes 15 minutter i kogende vandbad. Efter afkøling fyldes op til 100 ml, hvorpå opløsningen, der nu har pH på 4.2–4.5, filtreres.

Princippet i begge metoder er det samme. Såvel zirkon- som ferriioner danner yderst tungtopløselige forbindelser med fosfationer. Udfældningen af zirkonfosfat begynder ved pH ca. 3 og er kvantitativ ved pH 4. Med ækvivalente mængder af ferri- og fosfationer sker maksimal udfældning af ferrifosfat allerede ved pH 2.2 og ved større overskud af ferriioner ved pH 3–4. Overskuddet af de tilsatte zirkon- eller ferriioner såvel som askeopløsningens ferri- og aluminiumioner udfældes som hydroxyder eller rettere: vandholdige oxyder, ved tilsætning af base, f.eks. natrium- eller ammoniumhydroxyd, og denne udfældning er ligeledes kvantitativ omkring pH 4. For at fremskynde processen og få et bundfald, der kan frafiltreres, må der varmes op til kogepunktet eller i nærheden deraf, idet koagulationen af et kolloidalt præcipitat som vandholdig ferrioxyd forøges kolossalt med stigende temperatur. På den anden side må man ikke lade opvarmningen vare for længe eller lade vædsken koge mere end nogle få minutter, da præcipitatet ellers er tilbøjeligt til at blive slimet og vanskeligt at filtrere, formentlig på grund af partiel ødelæggelse af de dannede aggregater.

I alkalisk medium har vandholdige ferrioxyder tendens til at adsorbere hydroxylioner med det resultat, at en ækvivalent mængde kationer bliver adsorberet til bundfaldet. Derfor kan

andre kationer medrives ved bundfældning i alkalisk medium. Kationernes tilbøjelighed til at adsorberes forøges med faldende opløselighed af deres hydroxyder og med deres valens; derfor adsorberes og medudfældes f.eks. calcium og magnesium i langt højere grad end kalium, natrium og ammonium. Imidlertid er der »konkurrence« mellem ammonium- og andre kationer, der adsorberes; forøgelse af ammoniumionkoncentrationen nedsætter derfor adsorptionen af de øvrige kationer. Mest effektiv til forhindring af denne er et ganske lille overskud af ammoniak i forbindelse med store mængder af ammoniumsalte; under sådanne betingelser er ammoniumionens fortrængende evne så stor, at adsorptionen og medudfældningen af divalente kationer kan reduceres til betydningsløse værdier.

Ved frafiltreringen af bundfaldet må altid bruges papir, Munktell nr. 0 er velegnet, og filtreringen må gennemføres, mens vædsken endnu er varm og uden anvendelse af sugning. Det er dog praktisk at lade bundfaldet sætte sig og at dekantere vædsken fra, før bundfaldet tilsidst bringes over på filtret og udvaskes med flere portioner kogende vand.

Undersøgelser

FJERNELSE AF FOSFATIONER OG TREGYLDIGE METALLER

Ved afprøvningen af de omtalte to metoder til fjernelse af fosfationer og tregyldige metaller er de foran citerede forskrifter fulgt. Da fældningen skulle foretages i askeopløsninger med en salpetersyrekoncentration, svarende til 0.9 normal, og muligheden for at bestemme natrium ønskedes bevaret, var det dog nødvendigt at foretage enkelte rent praktiske ændringer.

I Spindler og Wolfs metode er tilsætningen af bromkresolgrønt fastsat til 3 dråber, idet for stort overskud af indikatorfarve kan virke forstyrrende for bestemmelsen af slutpunktet ved de komplexometriske titreringer. I Rauterberg og Ossenberg-Neuhaus's metode halveredes den foreskrevne ferrichloridmængde, og natriumacetat og -hydroxyd erstattedes med de tilsvarende ammoniumforbindelser.

Under anvendelse af RAUTERBERG og OSSENBERG-NEUHAUS's metode med ovennævnte modifikationer blev der – med forskellige blandinger af rene opløsninger af calcium-, magnesium-, kalium- og natriumsalte – foretaget en undersøgelse for at konstatere, om de tilsatte mængder kunne genfindes kvantitativt efter fjernelsen af tilsatte fosfationer. Hertil fremstilledes følgende opløsninger, alle med samme koncentration af salpetersyre som afgrødeekstrakterne:

a. Kaliumopløsning, 4.0 mg K/ml: 7.6284 g KCl + 200 ml salpetersyre 1:2, opløst ad 1 liter i destilleret vand.

b. Natriumopløsning, 0.25 mg Na/ml: 0.6355 g NaCl + 200 ml salpetersyre 1:2, opløst ad 1 liter i destilleret vand.

c. Calciumopløsning, 2.0 mg Ca/ml: 4.9945 g $CaCO_3$ + 200 ml salpetersyre 1:2, opløst ad 1 liter destilleret vand.

d. Magnesiumopløsning, 0.50 mg Mg/ml: 0.5000 g blankt magnesiummetal (bånd) + 200 ml salpetersyre 1:2, opløst ad 1 liter i destilleret vand.

e. Fosfatopløsning, 1.0 mg P/ml: 3.7114 g $NH_4H_2PO_4$ + 200 ml salpetersyre 1:2, opløst ad 1 liter i destilleret vand.

Til hver analyse udtoges 10 ml af opløsning e. Fosformængden heri modsvarer et indhold af 1.0 pct. P, når der regnes med 1 g stof i arbejde, altså betydeligt mere end der normalt findes i plantemateriale. Af opløsningerne a, b, c og d udtoges 1 eller 10 ml, hvilket dækker yderpunkterne af de pågældende stoffers indhold i 1 g plantetørstof. Efter tilsætning af fortyndet salpetersyre (1:10 vol.) ad 50 ml fjernedes fosfationer ved hjælp af ferrichlorid. I filtratet bestemtes indholdet af kalium og natrium flammefotometrisk og af calcium og magnesium komplexometrisk som beskrevet side 545–546. Resultaterne (gennemsnitstal af 3 analyser) er givet i tabel 1.

De tilsatte mængder af calcium og magnesium må betragtes som genfundet kvantitativt efter udfældning af fosfat- og overskud af ferriioner. Kun for calciums vedkommende spores en svag tendens til for lave resultater. Dette kan skyldes den føromtalte adsorption og medudfældning ved bortskaffelsen af jern; snarere er der dog tale om en lille systematisk titreringsfejl, idet for lavt calciumindhold som oftest modsvares af for højt magnesiumindhold. Når der ligeledes i visse af opløsningerne er af-

Tabel 1. Bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium i blandede opløsninger med kendt indhold efter fjernelse af tilsatte fosfationer (40 p.p.m. P)

Tilsat p.p.m.				Genfundet p.p.m.			
K	Na	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg
40	2.5	200	5.0	40.0	2.50	20.1	5.0
40	25.0	200	5.0	40.9	25.8	200	5.0
40	2.5	20	50.0	40.7	2.58	196	50.6
400	2.5	20	50.0	395	2.51	19.8	50.7
400	25.0	20	50.0	400	25.0	20.0	50.3
400	25.0	200	5.0	403	26.0	200	5.0
400	25.0	200	50.0	407	26.1	198	50.4
		Gns. pct. af tilsat:		100.7	102.0	99.6	100.9

vigelser mellem de tilsatte og fundne kalium- og natriummængder, må forklaringen søges i interferens fra de øvrige tilsatte kationer, specielt calcium. Undersøgelser herover vil blive omtalt senere.

En undersøgelse af zirkonmetoden, svarende til den foran omtalte af ferrichloridmetoden, er ikke gennemført. Derimod sammenlignedes de to metoder på følgende måde: 25 afgrødeekstrakter blev hver fordelt i to lige store portioner. I den ene portion udfældedes fosfationer og tregyldige kationer med ferrichlorid, i den anden med zirkon. Der fandtes følgende resultater (gennemsnit af 25 prøver):

	pct. i tørstof				
Fældningsmetode	$Ca^{(1)}$	$Ca^{(2)}$	Mg	K	Na
Ferrichlorid.....	0.885	0.862	0.214	2.63	0.189
Zirkon	0.883	0.877	0.219	2.64	0.190

$Ca^{(1)}$ komplexometrisk metode
$Ca^{(2)}$ flammefotometrisk »

Forskellen mellem de to metoders resultater er absolut set ringe og overstiger kun for den flammefotometriske bestemmelse 1 pct., hvorfor begge metoder må anses for lige velegnede til fjernelsen af fosfationer og tregyldige kationer. Da arbejdsforbruget også stort set er det samme, kan der ikke siges noget generelt om de to metoders relative fortrin. Ferrichloridmetoden er anvendt til alle de analyser, hvoraf der meddeles resultater i et følgende afsnit.

INTERFERENSMULIGHEDER VED DE FLAMMEFOTOMETRISKE BESTEMMELSER

Flammefotometri beror på, at ethvert grundstof ved ophedning udstråler sit ganske bestemte spektrum. Til bestemmelse af spektrets intensitet vælger man sædvanligvis stoffets mest intensive spektrallinie, som isoleres ved hjælp af en monokromator eller et interferensfilter og måles fotoelektrisk. Forudsat at den opløsning, man forstøver i flammen, kun indeholder netop det stof, hvis mængde man ønsker at bestemme, vil intensiteten af stoffets spektrallinie være proportional med mængden af stoffet, når alle andre forhold holdes konstante.

En opløsning af planteaske indeholder imidlertid mange grundstoffer i varierende indbyrdes mængdeforhold. Disse kan på forskellig måde påvirke bestemmelsen af calcium, kalium og natrium, der også påvirker hinanden indbyrdes. I litteraturen findes mange angivelser om interferensvirkning, men de fundne resultater er ofte vidt forskellige, i nogle tilfælde endda modstridende. Grunden hertil må søges i, at undersøgelserne er foretaget under vidt forskellige betingelser (forskellige flammefotometre, spaltevidder, flammetemperaturer, opløsningsmidler ect.), så resultaterne kan ikke direkte sammenlignes. Ønsker man at opnå flammefotometriske bestemmelser med størst mulig nøjagtighed, er det derfor nødvendigt at foretage de fornødne undersøgelser af spørgsmålet med det flammefotometer, man har til rådighed.

I det følgende skal omtales resultaterne af sådanne undersøgelser, udført på det til nærværende arbejde benyttede Beckman flammefotometer, model DU. Ved målingerne anvendtes følgende indstilling af instrumentet:

	K	Na	Ca
Bølgelængde, m_μ	767	589	554
Spalte, mm	0.03	0.06	0.10
Illtryk, lbs. per sq. in.	10	10	10
Acetylentryk » » »	3	1.5	3

Såvel kationer som anioner kan forårsage inteferenser, når de forekommer i tilstrækkelig mængde. Kationerne i en opløsning af planteaske, fremstillet som foran beskrevet, vil aldeles over-

vejende være Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+} og Na^{+}, idet Fe^{+++}, Al^{+++} og eventuelle andre tregyldige kationer samt kiselsyre er fjernede ved den forudgående behandling. Da ligeledes fosfationerne er fjernet forud, er Cl^{-} og NO_3^{-} praktisk talt de eneste anioner i opløsningen. På grund af disses store mængde vil de eventuelle små svingninger i deres koncentration være uden praktisk betydning, og det samme gælder for de tilsatte mængder af NH_4^{+} og CH_3COO^{-}.

De fornødne undersøgelser kunne derfor indskrænkes til at bestemme den udstrækning, hvori varierende magnesiummængder påvirker bestemmelsen af kalium, natrium og calcium, og hvordan de tre sidstnævnte gensidigt påvirker hinanden indenfor de koncentrationsområder, hvori stofferne normalt findes i planteekstrakter.

Til undersøgelserne anvendtes de tidligere omtalte opløsninger, a, b, c og d. I 100 ml målekolber afpipetteredes de fornødne mængder af disse, så de i tabellerne 2, 3 og 4 anførte mængdeforhold fremkom. Efter tilsætning af fortyndet salpetersyre (1:10 vol.) til 50 ml tilsattes ferrichlorid og ammoniumacetat, hvorefter ferriionerne blev fældet med ammoniakvand. Videre-behandling foretoges iøvrigt som beskrevet for afgrødeekstrakterne. Herved opnåedes, at interferensmålingerne blev foretaget under nøjagtig samme betingelser, som målingerne af planteekstrakterne.

Tabel 2. Indvirkning af varierende calcium-, magnesium- og natriummængder på den flammefotometriske bestemmelse af kalium

K-indhold, p.p.m.		0	50	200	400
Fremmed ion tilsat		K genfundet p.p.m.			
Ca^{++},	50 p.p.m.....	0	52	203	408
	100 »	0	53	205	412
	200 »	0	54	207	416
Mg^{++},	10 p.p.m.....	0	50	200	400
	50 »	0	50	200	400
Na^{+},	4 p.p.m.....	0	50	200	400
	16 »	0	50	200	400
	48 »	0	50	200	400

Tabel 2 viser resultaterne af en sådan undersøgelse. På grundlag af målinger af rene kaliumopløsninger med kendt indhold fremstilledes en standardkurve. Dernæst måltes opløsninger med samme kaliummængder plus varierende mængder calcium,

Tabel 3. Indvirkning af varierende calcium-, magnesium- og kaliummængder på den flammefotometriske bestemmelse af natrium

Na-indhold, p.p.m.		0	4	8	16	32	48
Fremmed ion tilsat		Na genfundet p.p.m.					
Ca^{++},	50 p.p.m.....	0.1	4.2	8.4	16.5	32.8	48.8
	200 »	0.4	4.5	8.7	16.7	33.1	49.3
Mg^{++},	10 p.p.m.....	0	4.0	8.0	16.0	32.0	48.0
	50 »	0	4.0	8.0	16.0	32.0	48.4
K^{+},	50 p.p.m.....	0	4.0	8.0	16.2	32.4	48.4
	400 »	0	4.1	8.2	16.5	32.8	49.0

magnesium eller natrium, og de til måleresultaterne svarende kaliummængder aflæstes på standardkurven. På samme måde gennemførtes undersøgelser for natrium og calcium; resultaterne er angivet i tabel 3 og 4.

Tabel 4. Indvirkning af varierende magnesium-, kalium- og natriummængder på den flammefotometriske bestemmelse af calcium

Ca-indhold, p.p.m.		0	50	100	200
Fremmed ion tilsat		Ca genfundet p.p.m.			
Mg^{++},	10 p.p.m.....	0	47	97	197
	50 »	0	45	95	194
K^{+},	50 p.p.m.....	0	55	108	210
	200 »	0	57	111	214
	400 »	1	62	115	218
Na^{+},	4 p.p.m.....	0	51	103	206
	16 »	0	53	105	208
	48 »	0	58	109	212

Af tabel 2 fremgår, at calcium alene af de undersøgte stoffer interfererer med kaliumbestemmelsen. Andre undersøgelser over interferensvirkning har vist, at også natrium har en positiv effekt; disse er imidlertid gennemført med forholdsvis langt

større natriummængder, hvilket ikke har interesse i denne forbindelse. Tabel 3 viser forholdene ved natriumbestemmelserne. Såvel calcium som kalium viser positiv effekt; derimod har magnesium i de tilsatte mængder været uden betydning. Endelig viser tabel 4, at magnesium har en negativ, men kalium og natrium derimod en ret kraftig positiv effekt på calciumbestemmelserne.

De konstaterede interferenser kan elimineres på forskellig måde, blandt andet ved enten at bortskaffe de interfererende ioner eller også ved at tilsætte så stort overskud af disse, at variationen i den oprindelige mængde bliver betydningsløs. Ingen af disse fremgangsmåder er dog anvendelige i det foreliggende tilfælde. En praktisk gennemførlig metode er at tilsætte de interfererende ioner til standardopløsningerne i så nær muligt samme mængder, som de findes i de ukendte opløsninger. Denne almindeligt anvendte fremgangsmåde er også brugt i nærværende arbejde.

På grundlag af resultaterne i tabel 2, 3 og 4, samt foreliggende data om forskellige plantematerialers mineralstofindhold, fastsattes følgende sammensætning af standardopløsningerne:

	p.p.m. tilsat			
Standardopløsning af	K	Na	Ca	Mg
Kalium	—	0	100	0
Natrium	200	—	100	0
Calcium	200	10	—	20

Størrelsen af den systematiske fejl, der herefter kan forekomme ved den flammefotometriske bestemmelse, lader sig kun beregne for kaliums vedkommende, hvor calcium er det eneste interfererende stof. I det ugunstigste tilfælde; calcium-fri opløsning, kan fejlen nå op til 2-3 pct. ved højt og ca. 6 pct. ved lavt kaliumindhold. Dette sidste tilfælde kan i praksis tilnærmelsesvis komme til at foreligge f.eks. ved analyse af kærne, der har et lavt calciumindhold. I sådanne tilfælde, hvor prøvematerialets indhold af en interfererende ion afviger væsentligt fra de beskrevne standardopløsningers, bør man fremstille andre standardopløsninger med ændret sammensætning, og beregne resultaterne på basis deraf.

Da metodens princip og praktiske udførelse tidligere er beskrevet andetsteds (JENSEN og HENRIKSEN 1955), skal der henvises hertil. Ved analyse af askeopløsninger, der er befriet for blandt andet aluminium og jern som foran beskrevet, bortfalder naturligvis de i ovennævnte arbejde omtalte metoder til fjernelse af disse stoffer.

Beskrivelse af metoden

På grundlag af de forud omtalte undersøgelser m.v. gives følgende samlede beskrivelse af en metode til bestemmelse af calcium, magnesium, kalium, natrium og fosfor i samme planteekstrakt.

Nedennævnte reagenser anvendes (alle kemikalier må være af analysekvalitet):

1. Fortyndet saltsyre, ca. 10 pct. HCl.

2. Fortyndet salpetersyre: 1 del koncentreret HNO_3 (vf. 1.42) til to dele destilleret vand.

3. Ammoniumacetatopløsning, 3 molær: 231 g CH_3COONH_4 opløses i destilleret vand ad 1 liter.

4. Ferrichloridopløsning: 5 g $FeCl_3,7H_2O$, opløses i destilleret vand ad 100 ml.

4a. Zirkonoxychloridopløsning: 0.85 g $ZrOCl_2$, $8H_2O$, opløses i destilleret vand ad 100 ml.

5. Ammoniakvand, vf. 0.910.

6. Kaliumhydroxydopløsning: 200 g KOH opløses i destilleret vand ad 1 liter.

7. Murexidindikatorpulver: 0.1 g murexid blandes grundigt med 20 g K_2SO_4 og 1 g KCN. Opbevares i et mørkt og tæt tillukket glas.

8. Komplexonopløsning, 0.01 molær: 3.721 g Komplexon III (EDTA,2Na) opløses i destilleret vand ad 1 liter. 1 ml af denne opløsning modsvarer 0.4008 mg Ca eller 0,2432 mg Mg. Afprøves overfor (9) og (13).

9. Ca-standardopløsning: 1.0008 g $CaCO_3$ opløses i 20 ml 1-normal saltsyre og fyldes op til 1 liter med destilleret vand. 1 ml af denne opløsning indeholder 0.4008 mg Ca.

10. Stødpudeopløsning, pH 10: 67.5 g NH_4Cl opløses i ca. 300 ml destilleret vand. Efter tilsætning af 570 ml ammoniakvand (5) fyldes op til 1 liter med destilleret vand.

11. Kaliumcyanid-triethanolaminopløsning: 10 g KCN opløses i 250 ml destilleret vand. Fyldes op til 500 ml med triethanolamin.

12. Eriochromsort-opløsning: 0.1 g Eriochromsort opløses sammen med 1 g hydroxylaminhydrochlorid i 25 ml methylalkohol. Opbevares på mørk dråbeflaske.

13. Mg-standardopløsning: 0.2432 g blankt magnesiummetal (bånd) opløses i 20 ml 1 normal saltsyre og fyldes op til 1 liter med destilleret vand. 1 ml af denne opløsning indeholder 0.2432 mg Mg.

14. K-stamopløsning: 3.8142 g KCl opløses i destilleret vand ad 1 liter. Denne opløsning indeholder 2 mg K pr. ml. Herudfra laves standardopløsninger til den flammefotometriske bestemmelse på følgende måde: I 6 stk. 500 ml målekolber afpipetteres 50 ml fortyndet HNO_3 (2) og 25 ml 3 normal NH_4ac (3). Der tilsættes ammoniakvand (5) til pH ca. 4 (prøve med indikatorpapir); hertil medgår ca. 15 ml. Derefter tilsættes henholdsvis 0, 20, 40, 60, 80 og 100 ml K-stamopløsning (14), samt – til hver kolbe – 50 ml Ca-stamopløsning (16), hvorpå der fyldes op til 500 ml med destilleret vand. Herved fås standardopløsninger med henholdsvis 0, 80, 160, 240, 320 og 400 p.p.m. K.

15. Na-stamopløsning: 0.6355 g NaCl opløses i destilleret vand ad 1 liter. Denne opløsning indeholder 0.25 mg Na pr. ml. Herudfra fremstilles standardopløsninger til den flammefotometriske bestemmelse på samme måde som beskrevet for kalium. I 500 ml målekolber afpipetteres – foruden de herunder angivne HNO_3-, NH_4ac- og NH_4OH-mængder – tillige 50 ml K-stamopløsning (14) og 50 ml Ca-stamopløsning (16). Af Na-stamopløsning (15) tilsættes 0, 4, 8, 16, 32 og 48 ml, som efter fyldning af kolben med destilleret vand til 500 ml giver standardopløsninger med henholdsvis 0, 2, 4, 8, 16 og 24 p.p.m. Na.

16. Ca-stamopløsning: 2.4972 g $CaCO_3$ opløses i 60 ml 1 normal saltsyre og fyldes op til 1 liter med destilleret vand. 1 ml af denne opløsning indeholder 1 mg Ca. Hvis man ønsker at lave flammefotometrisk bestemmelse af calcium, kan der herudfra fremstilles standardopløsninger på samme måde som beskrevet for

kalium. I 500 ml målekolber afpipetteres – foruden de herunder angivne HNO_3-, NH_4ac- og NH_4OH-mængder – tillige 50 ml K-stamopløsning (14), 20 ml Na-stamopløsning (15) og 40 ml Mg-standardopløsning (13). Af Ca-stamopløsning (16) tilsættes 0, 20, 40, 60, 80 og 100 ml som efter fyldning af kolben med destilleret vand til 500 ml giver standardopløsninger med henholdsvis 0, 40, 80, 120, 160 og 200 p.p.m. Ca.

17. Reagenser til den kolorimetriske fosforsyrebestemmelse, se Tidsskrift for Planteavl, bd. 59, side 99.

Analysens udførelse

Der afvejes en passende stofmængde (af kærne ca. 4 g, og af græs, ensilage og roepulp ca. 2 g), som tørres til »konstant« vægt ved 98–100°C, roepulp dog kun ved ca. 80°C. Den tørrede og vejede stofmængde overføres til en skål eller digel og anbringes over svagt blus til stoffet er forkullet. Derpå fuldendes foraskningen i el-ovn ved ikke over 550°C.

Når foraskningen er tilendebragt og diglen afkølet, tilsættes 10 ml fortyndet saltsyre (1), hvorpå diglen anbringes på vandbad til syren er afdampet; herudover henstår diglen yderligere ca. 15 minutter på vandbadet.

Efter at diglen er fjernet fra vandbadet, tilsættes 20 ml fortyndet salpetersyre (2), og askeresterne frigøres fra diglen ved hjælp af en spatel. Efter $^1/_2$ times henstand overføres diglens indhold kvantitativt til et 15 cm filter og filtreres ned i en 100 ml målekolbe. Diglen afskylles, og filtret udvaskes med flere portioner varmt destilleret vand. Efter afkøling til 20°C fyldes sluttelig op til 100 ml med destilleret vand *(= filtrat A)*.

Adskillelsen af een- og togyldige kationer fra fosfationer og tregyldige kationer kan nu foretages efter ferrichlorid- eller zirkonmetoden.

a. Ferrichloridmetoden: Efter omrystning af filtrat A udtages 50 ml, som overføres til en 100 ml målekolbe. Der tilsættes 5 ml ammoniumacetat (3) og 2,5 ml ferrichloridopløsning (4), hvorefter der – under omrystning – langsomt tildryppes ammoniakvand (5), indtil der lige netop kan iagttages en blivende uklarhed; forbruget af ammoniakvand hertil andrager ca. 3 ml. Opløs-

ningen har nu en pH-værdi på ca. 4, som imidlertid ikke behøver at blive kontrolleret; dog må der ikke tilsættes overskud af ammoniakvand. Kolben hensættes dernæst på vandbad i ca. 15 minutter, hvorefter indholdet efter kort henstand filtreres gennem Munktell nr. 0 ned i en 100 ml målekolbe. Kolben afskylles med varmt vand, som hældes på filtret, der yderligere udvaskes med flere portioner varmt vand. Efter afkøling til ca. 20°C fyldes op til 100 ml med destilleret vand *(= filtrat B)*.

b. Zirkonmetoden: Efter omrystning af filtrat A udtages 50 ml, som overføres til en 100 ml målekolbe. Der tilsættes 3 dråber bromkresolgrønt (0.1 pct. opløsning i 20 pct. alkohol), hvorefter der opvarmes til kogning. 5 ml zirkonopløsning (4 a.) tilsættes derpå langsomt og under omrystning, efterfulgt af neutralisering med fortyndet ammoniakvand (1:4 vol.) til omslag. Der filtreres gennem Munktell nr. 0 ned i en 100 ml målekolbe, udvaskes med flere portioner varmt destilleret vand, og fyldes op til mærket ved 20°C *(= filtrat B)*.

Filtrat B, der repræsenterer halvdelen af den foraskede stofmængde, er nu klar til bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium. Analyserne foretages på følgende måde:

1. Calcium: 25 ml af filtrat B overføres til en 150 ml fladbundet rundkolbe. Efter tilsætning af 15 ml kaliumhydroxydopløsning (6) samt ca. 0.1 g murexidindikatorpulver (7) titreres med 0.01 molær komplexonopløsning (8) til samme farve som en sammenligningsvædske, bestående af ovennævnte reagenser i 25 ml af følgende opløsning: 50 ml fortyndet HNO_3 (2), 25 ml NH_4ac (3) og 15 ml NH_4OH (4) fyldt op til 500 ml med destilleret vand. Farveomslaget ved titreringen (fra rød til blåviolet) er tydeligst i klart dagslys, men direkte sollys må undgås; ved eventuel overtitrering og til kontrol på slutpunktet tilbagetitreres med Ca-standardopløsning (9).

$$\text{Beregning: pct. Ca} = \frac{\text{ml (8) forbrugt} \cdot 0.321}{\text{g stof i arbejde}}$$

1a. Ved bestemmelse af calcium kan flammefotometret også anvendes. Resultaterne beregnes ud fra en standardkurve, fremstillet ved hjælp af standardopløsningerne (16). Når den komplexometriske metode anvendes til magnesiumbestemmelse, bør

samme metode imidlertid også anvendes til calciumbestemmelsen. Ligeledes må det erindres, at den komplexometriske metode, i modsætning til den flammefotometriske, er interferensfri.

2. Magnesium: Indholdet af magnesium findes som differens mellem en bestemmelse af calcium + magnesium og calciumbestemmelsen. Calcium + magnesium bestemmes på følgende måde: 25 ml filtrat B afpipetteres i en 150 ml fladbundet rundkolbe. Efter tilsætning af 5 ml stødpudeopløsning (10), 2 ml kaliumcyanid-triethanolaminopløsning (11) og 5 dråber eriochromsort-indikatoropløsning (12) titreres med komplexonopløsning (8). Farveomslaget fra vinrød til blå er særdeles skarpt, så brug af sammenligningsvædske er forsåvidt overflødig. Dog bør man, ved tilsætning af ovennævnte reagenser til 25 ml af den under calciumbestemmelsen omtalte opløsning, sikre sig, at der ikke er nogen blindbestemmelse på reagenserne. Til kontrol på titreringens slutpunkt og ved eventuel overtitrering tilbagetitreres med Mg-standardopløsning (13).

Beregning: ml (8) forbrugt ved Ca- + Mg-bestemmelsen = a
» » » » Ca- » = b

$$\text{pct. Mg} = \frac{a - b \cdot 0.195}{\text{g stof i arbejde}}$$

3. Kalium: Bestemmelsen foretages flammefotometrisk, filtrat B anvendes. Resultatet beregnes udfra en standardkurve, fremstillet ved hjælp af standardopløsningerne (14).

4. Natrium: Bestemmelsen foretages flammefotometrisk, filtrat B anvendes. Resultatet beregnes udfra en standardkurve, fremstillet ved hjælp af standardopløsningerne (15).

5. Fosfor: 25 ml af filtrat A afpipetteres i en 100 ml målekolbe. Efter tilsætning af 25 ml salpetersyre (reagens 2, fortyndet 1:5) arbejdes videre som beskrevet i Tidsskrift for Planteavl, bd. 59, side 99–100.

Den foran beskrevne metodik muliggør, som nævnt, bestemmelse af op til fem grundstoffer i samme ekstrakt, og den angivne syrekoncentration på ca 0.9 normal er afpasset efter vanadatmetoden til fosforbestemmelse. Hvis et laboratorium kun skal foretage flammefotometrisk bestemmelse af kalium og/eller na-

trium og således ikke behøver udfældningsprocessen, er denne syrekoncentration for høj og ødelæggende for brænderaggregatet. Der kan da istedet arbejdes således: De i foranstående metode opgivne stofmængder i arbejde halveres, hvorefter foraskning og bortskaffelse af kiselsyre foretages som beskrevet. Efter afdampning af saltsyren tilsættes 1 ml 10 pct. saltsyre (1), hvormed askeresten henstår 10 á 15 minutter. Ved hjælp af en »gummispatel« og 40 á 45 ml varmt vand føres diglens indhold kvantitativt over i en 100 ml målekolbe. Efter afkøling til 20°C fyldes op til mærket med destilleret vand, hvorpå indholdet filtreres. I filtratet bestemmes kalium og natrium flammefotometrisk ved sammenligning med standardopløsninger, fremstillet ved hjælp af stamopløsningerne (14) og (15). Hver opløsning tilsættes 5 ml 10 pct. saltsyre (1) istedet for de angivne HNO_3-, NH_4ac- og NH_4OH-mængder, og fyldes op til 500 ml.

Analyseresultater

Efter den beskrevne metode foretoges bestemmelser af calcium (komplexometrisk og flammefotometrisk) samt magnesium og kalium i 122 prøver af forskelligt plantemateriale og 3 prøver fjerkrægødning. I 110 af disse prøver blev endvidere foretaget natriumbestemmelser. Afgrødeprøverne omfattede: 49 prøver af rene græsarter; 45 af kløvergræs; 16 af kærne; 8 af roepulp og 4 af ensilage.

Alle analyser udførtes in duplo, således at de 2 fællesbestemmelser var uafhængige af hinanden, og af det derved fremkomne materiale beregnedes de forskellige analysers reproducerbarhed. Nedenstående er givet en oversigt over den fundne standardafvigelse på de enkelte analyser, beregnet af $S = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{2N}}$, hvor D er forskellen mellem 2 fællesanalyser og N antallet af prøver.

Element	Metode	Antal prøver	Gns. %	S	S i % af gns. indh.
Calcium	flammefotometrisk	125	0.643	± 0.0150	2.33
»	komplexometrisk	125	0.640	± 0.0102	1.59
Magnesium	»	125	0.184	± 0.0042	2.28
Kalium	flammefotometrisk	125	2.520	± 0.0348	1.38
Natrium	»	110	0.218	± 0.0041	1.88

Det fundne gennemsnitsindhold af calcium i de 125 prøver er af samme størrelsesorden, hvadenten bestemmelsen er foretaget flammefotometrisk eller komplexometrisk. De interferensmuligheder, der forekommer ved den flammefotometriske bestemmelse af calcium er altså – ialtfald gennemsnitligt – fuldstændigt kompenseret gennem de valgte tilsætninger af de interfererende ioner til standardopløsningerne. Den komplexometriske metode giver imidlertid de bedst reproducerbare resultater og bør derfor også af den grund foretrækkes.

Den større usikkerhed på de komplexometriske bestemmelser af magnesium end på de tilsvarende af calcium skyldes formentlig overvejende, at magnesiumindholdet beregnes som differens mellem to titreringer, der begge er behæftede med usikkerhed.

Årsagen til den større afvigelse mellem de flammefotometriske fællesbestemmelser af calcium end de tilsvarende af kalium og natrium må i nogen grad søges i rent tekniske forhold. Selv små saltaflejringer på brænderaggregatet i det benyttede instrument forårsagede ændringer i galvanometerudslaget for 0 calcium (flammebaggrunden), hvilket igen påvirkede standardkurvens form. Trods omhyggelig renholdelse af brænderen og justering af apparatet ved hjælp af de to standardopløsninger, hvis calciumindhold lå på hver sin side af den ukendte opløsnings, var det ikke muligt at opnå samme reproducerbarhed som ved kalium- og natriumbestemmelsen, hvor ovennævnte forhold ikke spiller ind.

Supplerede undersøgelser har vist, at forskellen mellem resultaterne af fællesbestemmelser i samme prøve væsentligst hidrører fra den flammefotometriske måling. Foretages målingen af 2 ekstrakter af samme prøve på samme dag bliver overensstemmelsen betydelig bedre, end hvis ekstrakterne måles hver for sig med dages mellemrum. Hvor godt måleresultaterne kan reproduceres afhænger imidlertid af flere forhold; foruden af det benyttede instrument tillige af, hvor konstant temperatur og fugtighed er i det lokale, hvor instrumentet er placeret. De resultater, som har dannet grundlag for det foran anførte om analysesikkerheden, er beregnet udfra gennemsnit af 3–4 målinger på samme dag, men med 1 á 2 uger mellem fællesbestemmelserne. Målefejlen og dermed standardafvigelsen ville imidlertid være blevet

reduceret, hvis resultaterne i hver ekstrakt var blevet beregnet på grundlag af målinger i 3 á 4 på hinanden følgende dage.

Sammenligning med andre metoder

I 30 prøver af plantemateriale (17 hundegræs, 7 kløvergræs, 3 kærne, 2 roepulp og 1 ensilage) sammenlignedes resultaterne af komplexometrisk og flammefotometrisk calciumbestemmelse med calciumbestemmelse efter Find Poulsens modifikation af Chapmans oxalatmetode (J. Find Poulsen 1936). Tabel 5 viser resultatet af sammenligningen mellem de tre metoder.

Tabel 5. Calciumbestemmelser i 30 prøver af plantemateriale efter 3 metoder

Metode	Ca pct. i tørstof			
	minimum	maximum	gennemsnit	standardafv.
A) flammefotometrisk . .	0.044	1.70	0.576	± 0.320
B) komplexometrisk . . .	0.044	1.75	0.577	± 0.333
C) oxalatmetoden	0.051	1.77	0.586	± 0.337
Korrelationskoefficient (r) mellem A og C: + 0.991				
» » » » B og C: + 0.999				

Overensstemmelsen mellem de tre metoder må betragtes som tilfredsstillende; dog er resultaterne af oxalatmetoden gennemsnitligt ca. 2 pct. højere end af de to andre metoder. Om nogen egentlig eensidig afvigelse er der imidlertid ikke tale, idet kun 15 af de 30 prøver viste højere resultater, 3 nøjagtig samme, men 12 lavere resultater efter oxalatmetoden.

Til sammenligning med resultaterne af komplexometriske magnesiumbestemmelser foretoges mikrobiologiske magnesiumbestemmelser i 40 afgrødeekstrakter (10 prøver af hundegræs, 8 af kløvergræs, 8 af sukkerroepulp, 5 af kålroepulp, 5 af ensilage og 4 af kærne). Samtlige mikrobiologiske bestemmelser blev – på grund af denne analysemetodes større usikkerhed – gentaget 4 gange, og gennemsnitstallet anvendt til sammenligning. Bestemmelserne udførtes som beskrevet af Jensen og Henriksen (1955), kun med den ændring, at der istedet for jord tilsattes 2.0 eller

3.0 ml afgrødeekstrakt A som magnesiumkilde for svampen. Endvidere blev syreoverskuddet i ekstrakten neutraliseret til pH ca. 4 med ammoniakvand før tilsætningen og tilsvarende mængder neutraliseret salpetersyre iblandet standardserien. Resultaterne fremgår af tabel 6.

Tabel 6. Komplexometriske og mikrobiologiske magnesiumbestemmelser i 40 prøver af plantemateriale

Metode	Mg pct. i tørstof			
	minimum	maximum	gennemsnit	standardafv.
Komplexometrisk	0.096	0.387	0.179	± 0.063
Mikrobiologisk	0.09	0.40	0.180	± 0.070
Korrelationskoefficient (r): + 0.975				

Selv om analysen efter de to metoder er foretaget i samme ekstrakt, må man dog, når man betænker, at de to metoder er principielt forskellige, være berettiget til at understrege den gode overensstemmelse mellem resultaterne. Det skal imidlertid ligeledes understreges, at det ikke var formålet at afprøve den mikrobiologiske metodes egnethed til rutineanalyser, hvortil metoden er for besværlig.

Tabel 7. Kaliumbestemmelser i 30 prøver af plantemateriale efter 3 metoder

Metode	K pct. i tørstof			
	minimum	maximum	gennemsnit	standardafv.
(A) gravimetrisk	0.43	4.47	2.32	± 1.297
(B) flammefotometrisk i ekstrakt fra (A)...	0.42	4.54	2.32	± 1.277
(C) do. i HNO_3-ekstrakt.	0.41	4.64	2.29	± 1.284
Korrelationskoefficient (r) mellem A og B: + 0.989				
» » » » A og C: + 0.999				

Tabel 7 viser resultater af en sammenligning mellem flammefotometrisk og gravimetrisk kaliumbestemmelse i 11 prøver af hundegræs, 10 af kløvergræs, 6 af kærne og 3 af roepulp. De gravimetriske bestemmelser er udført efter den af Find Poulsen (1936) beskrevne platinmetode som standard. Yderligere er der

lavet en flammefotometrisk kaliumbestemmelse i resten af den til platinmetoden fremstillede askeopløsning. Da denne indeholder store mængder calciumioner fra udfældningen af fosforsyre med kalkvand, fremstilledes et specielt hold kaliumstandardopløsninger med samme calciumtilsætning til beregning af indholdet i de ukendte opløsninger.

Overensstemmelsen mellem resultaterne af den gravimetriske standardmetode og de to flammefotometriske bestemmelser er tilfredsstillende; kun i få tilfælde overskrider afvigelsen mellem metoderne 2 pct. De flammefotometriske bestemmelser i ekstrakterne, fremstillet til de gravimetriske analyser, er udført til yderligere kontrol på den beskrevne metode.

Oversigt

De her beskrevne undersøgelser viser, at calcium, magnesium, kalium og natrium kan bestemmes i den tiloversblevne del af askeopløsningen, der fremstilles til kolorimetrisk fosforbestemmelse i plantemateriale efter vanadat-molybdatmetoden. Calcium og magnesium bestemmes komplexometrisk og kalium og natrium flammefotometrisk efter de beskrevne metoder, der er betydelig hurtigere end de hidtil anvendte.

Fjernelse af fosfationer er nødvendig forud for den komplexometriske bestemmelse af calcium og magnesium og kan foretages ved fældning med ferri- eller zirkonioner. Ved begge metoder tilsættes ammoniakvand til pH ca. 4, hvorved tregyldige metaller, der ligeledes generer ved analysen, udfældes som vandholdige oxyder.

Sammenligning mellem resultater efter de beskrevne metoder og oxalatmetoden (calcium), mikrobiologisk metode (magnesium) og platinmetoden (kalium) viste god overensstemmelse. Beregninger på grundlag af duplikatbestemmelser af de nævnte stoffer i 125 prøver af forskelligt plantemateriale (rene græsarter, kløvergræs, kærne, roepulp og ensilage) viser, at usikkerheden på analyseresultaterne, udtrykt ved standardafvigelsen, andrager omkring 1.5 pct. ved bestemmelsen af calcium, kalium og natrium, og ca. 2.3 pct. ved bestemmelsen af magnesium.

SUMMARY

Determinations of calcium, magnesium, potassium and sodium in plant material

Calcium, magnesium, potassium and sodium may be determined in the nitric acid extract of plant ash for colorimetric determination of phosphate according to the vanadate-molybdate method. Calcium and magnesium are determined complexometrically, potassium and sodium by flame-photometry. These methods are considerably quicker than those previously used.

Removal of phosphate ions is a prerequisite for the complexometric calcium and magnesium determination and may be achieved by precipitation with ferric or zirconium ions. Aqueous ammonia is in both cases added to pH about 4; trivalent cations that also interfere with the analysis are in this way eliminated by precipitation as hydrated oxides.

The results of these methods were found to agree well with determinations of calcium (by precipitation with oxalate), magnesium (by bio-assay with *Aspergillus niger)* and potassium (gravimetrically with platinum chloride). Calculations based on duplicate determinations of the said elements in 125 samples of various kinds of plant material (grass, grass-clover mixture, grain, beet pulp and silage) show that the analytical error ranges about 1.5 pct. in the calcium, potassium and sodium determinations and about 2.3 pct. in the magnesium determinations.

LITTERATURHENVISNINGER

Benjaminsen, J., og *Jensen, J.*, 1956. – En kolorimetrisk metode til bestemmelse af fosfor i planter. – Tidsskrift for Planteavl, 59, 96–105.

Gehrke, C.W., Affsprung, H.E., og *Lee, Y.C.*, 1954. – Direct ethylenediaminetetraacetate titration procedure for calcium in biological substances. – Research Bulletin 570, Missouri Agricultural Experiment Station.

Hemmingway, R.G., 1956 – The determination of calcium in plant material by flame photometry. – Journal of the Society for Analytical Chemistry, 81, 164–168.

Jensen, H.L., og *Henriksen, Aage*, 1955. – Microbiological and chemical determination of magnesium in soil. – Acta Agriculturæ Scandinavica, V, 98–112.

Poulsen, J. Find, 1936. – Om Metoder til Bestemmelse af Kali, Fosforsyre og Kalk. – Tidsskrift for Planteavl, 41, 459–486.

Rauterberg, E., og *Ossenberg-Neuhaus, H.*, 1958. – Komplexometrische Calcium- und Magnesiumbestimmung. – Privat meddelelse.

Schwarzenbach, G., 1955. – Die komplexometrische Titration. Die chemische Analyse. – Ferdinand Enke, Stuttgart.

Spindler, F., og *Wolf, E.F.*, 1956. – Eine einfache Methode zur Beseitigung störender Faktoren bei der flammenphotometrischen Calcium-Bestimmung. – Landwirtschaftliche Forschung, IX, 179–184.

INDHOLD

64. binds 3. hæfte

Side

Knækkefodsygens og goldfodsygens afhængighed af sædskifte og andre dyrkningsfaktorer. Af *P. Norup Pedersen og Johannes Jørgensen* 369

Maleinhydrazid som spirehæmmende middel for kartofler. Ved *Frode Hansen* (†) 603. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 417

Forsøg med udbringningstider og mængder af salpetergødning til jordbær. 1952-54 og 1956-58. Ved *Aksel Henriksen.* 604. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 449

Beskæringsforsøg med æbletræer. Ved *J. Vittrup Christensen.* 605. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 455

Fastliggende gødningsforsøg på let sandjord ved Jyndevad, 1942–57. Ved *Fr. Heick* og *K. Dorph-Petersen.* 606. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 481

Sortsforsøg med høje ærter. 1956–58. Ved *Johannes Jensen.* 607. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 515

Forsøgsfejlens afhængighed af antal forsøgsled og fællesparceller. Af *K. Dorph-Petersen* 526

Om bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium i plantemateriale. Af *Aage Henriksen* 530

NIELSEN & LYDICHE (M. SIMMELKIÆR)
KØBENHAVN